文部科学省委託調査研究

学校施設の換気設備に関する調査研究報告書

平成１６年３月

社団法人　文教施設協会
学校施設における換気マニュアル策定に関する
調査研究委員会

はじめに

近年、快適性の向上や省エネルギーの推進等を図るため建物の高断熱 高気密化が進んできています。

そのような中、シックハウス症候群を防止する対策としては、化学物質の放散量の少ない建材等を使用するとともに換気により室内の化学物質の濃度を低減させることが必要です。

そこで、シックハウス症候群の防止対策の一つとして、居室内における化学物質の発散に対する衛生上の措置に関する規制を導入するため、「建築基準法の一部を改正する法律」（平成１４年法律第８５号）が平成１４年７月に成立･公布、平成１５年７月１日から施行され、学校施設の整備に際しては教室等について、機械換気設備の設置が原則的に義務付けられたところです。

これまでの学校施設においては、窓開け等による自然換気が中心であり、一部の施設や室を除いて機械換気設備が設置されることが少ない状況でした。しかし、近年の学校施設の高気密化による自然換気量の減少やシックハウス症候群の防止対策を進める上で、機械換気設備による換気が大変重要になってきています。

昨年文部科学省より（社）日本建築学会に委嘱して実施した「教室等の室内環境に関する調査研究」（参考資料 5.「教室等の室内環境に関する調査研究」の概要参照）によると、冬季に窓を閉めきった状態で換気が十分に行われていない場合は、学校環境衛生の基準に規定されている二酸化炭素の室内濃度の基準を超える事態が生じており、良好な室内環境を確保するためには確実に換気が行われることが必要であるとされています。

この報告書は、都道府県及び市町村教育委員会等の施設担当者や学校施設の計画設計実務者などを対象として、校舎全体並びに普通教室や特別教室等における換気計画の基本的な考え方や機械換気設備の施工監理時、維持管理及び運用時の留意点などをとりまとめたものです。また、財団法人ベターリビングで実施された「学校施設における機械換気システム導入のための基礎実験」の結果等を踏まえ機械換気設備の計画事例について示しています。

学校施設の整備に当たっては、学校施設整備指針、「健康的な学習空間を確保するために～有害な化学物質の室内濃度低減に向けて～」（平成１４年２月）、「学校施設における化学物質による室内空気汚染防止対策に関する調査研究報告書」（平成１５年７月）などとともに、この報告書が活用され、学校施設におけるシックハウス対策がより一層推進されることを期待しています。

平成１６年　3月

学校施設における換気マニュアル策定に関する調査研究委員会

委員長　吉　野　　博

目　次

はじめに

第１章　学校施設における換気計画の基本的な考え方 …… 1
（１）空調・換気設備 …… 1

（２）校舎全体の換気計画 …… 3

（３）換気方式の使い分け …… 4

（４）関連法令等に対応した換気対策 …… 6
1)建築基準法への対応 …… 6

2)学校環境衛生の基準への対応 ……13

3)建築物における衛生的環境の確保に関する法律への対応
……14

4)エネルギー使用の合理化に関する法律への対応 ……14

（５）各種の条件に対応する換気計画の考え方 ……15

（６）その他の留意点 ……16

第２章　換気設備計画の立案 ……19
（１）普通教室における換気設備計画の立案 ……19
1)必要換気量の算定 ……19

2)教室内の換気経路の設計と給排気口の位置・形状（換気の最適化）
……20

3)設備（換気扇）の性能と種類 ……20

4)換気経路の圧力損失 ……22

5)普通教室における換気設備方式の検討例 ……23

（２）特別教室等における換気設備計画の立案 ……26
1)特別教室（音楽教室、図書室、コンピュータ教室、図画工作教室、視聴覚教室、理科教室等）
における機械換気設備計画 ……26

2)体育館における機械換気設備計画 ……27

（３）改修時の換気設備計画の立案 ……29
1)ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物が基準値を超えた場合の
機械換気設備の設置について ……29

2)改修工事における換気設備計画の留意点 ……29

第３章　換気設備の施工監理時の留意点 ……30

第４章　換気設備の維持管理及び運用時の留意点 ……31
（１）換気設備の定期点検・清掃方法 ……31

（２）施設の利用時における換気設備の運転について ……34

（３）換気経路の確保について ……34

◇機械換気設備の計画事例 ……35

◇参考資料
1．関連法令・基準等について ……45
2．換気設備による室内騒音対策の実施例 ……51
3．換気設備性能の検証試験結果についての概要 ……52
4．地域区分について ……56
5．「教室等の室内環境に関する調査研究」の概要 ……58

◇委員名簿

◇索　　引

第１章　学校施設における換気計画の基本的な考え方

（１）空調・換気設備

1)空調･換気設備の計画

良好な室内環境を確保するためには、地域の環境条件、経済条件等を考慮し、換気設備と空調設備（冷暖房設備）を総合的に計画することが必要です。

2) 空調･換気設備の方式

a) 暖房設備

学校で使用される暖房設備としては、高温輻射暖房（開放型･半密閉型ストーブ、蒸気式放熱器等)、温風暖房（ＦＦ式温風暖房機、ファンコイル、エアコン等)、低温輻射型暖房（床暖房、温水パネル等)、校舎全体を輻射または温風で暖房する方式等があります。

現在、多くの学校では、ＦＦ式温風暖房機が使用されていますが、この方式は、温風が吹き出される付近が高温になるとともに、室内の垂直方向の温度分布が大きくなりやすいことに留意する必要があります。

また、開放型や半密閉型の燃焼方式の暖房器具については、室内空気が汚染され易く、換気設備を計画する際に必要換気量を大きくとる必要があります。

一方、温水パネルを窓下に設置する等の低温輻射型暖房は、教室の水平方向や垂直方向の温度分布を少なくし、衛生的で快適な室内の温熱環境を確保するために有効な方式です。また、将来的には、廊下も含めた校舎全体の暖房についても検討することが必要になると思われます。

b) 冷房設備

学校で使用される冷房設備としては、天吊りエアコン（個別方式)、中央式ファンコイル方式（冷水循環方式）等があります。

今のところ冷房設備が設けられている学校は少ない状況にありますが、騒音や大気汚染が問題となる地区では、窓を開放して通風を確保することが困難であることから冷房設備を設けている場合があります。

c) 換気設備

学校で使用される換気設備の設置方式としては、個別に換気扇（給気型、排気型、同時給排気型）を設置する方式と中央管理方式の換気設備等があります。

また、外気を取り入れる方式として、省エネルギー対策としては、自然換気と機械換気の両方を組み合せたハイブリッドシステム等が考えられます。ただし、この方式の場合は、安定した換気量を確保するための配慮が必要になります。

建築基準法の改正において規制対象となったホルムアルデヒドについては、許容濃度を100μg/m^3とし、これを達成するための換気回数は教室の場合には 0.3 回/h 以上と規定されています。一方、学校環境衛生の基準では、二酸化炭素（CO_2）の許容濃度は 1,500 ppm 以

下、一酸化炭素濃度は 10 ppm 以下、浮遊粉塵は 0.1 mg/m^3 以下と規定されており、例えば 40 人が在室している 180 m^3 の教室における換気回数は、幼稚園･小学校では 2.2 回/h 以上、中学校では 3.2 回/h 以上、高等学校等では 4.4 回/h 以上となります。

計画する機械換気設備の換気回数としては以下の方法が想定されます。

･建築基準法の規定による必要換気回数（0.3 回/h）を前提とした換気設備を計画する場合

機械換気設備による換気の他に、学校環境衛生の基準（第１章（４）2）学校環境衛生の基準への対応参照）に基づく CO_2（二酸化炭素）の判定基準（≦1,500 ppm）を守るために定時間毎の窓開けによる換気が必要となります。

･学校環境衛生の基準に基づく換気回数（幼稚園･小学校：2.2 回/h 以上、中学校 3.2 回/h 以上、高校等：4.4 回/h 以上）を前提とした換気設備を計画する場合

学校環境衛生の基準で必要な換気量を１台の換気設備で確保する場合の他、基準法上必要な換気回数（0.3 回/h）の換気設備を１台と残りの換気量を確保する複数の換気設備を組み合わせる場合、あるいは換気量の可変型の換気設備の設置を行う場合等が考えられます。

ハイブリッド換気システムについて

ハイブリッドとは、何かを混合するという意味で、ハイブリッド換気システムは、内外の温度差を利用した換気システム（パッシブ換気システム）に排気用の補助ファンと排気量を調節するためのダンパを組み込んだシステムのことです。

補助ファンとダンパを組合わせることで、パッシブ換気システムの中間期（春･夏）の温度差が小さい時期に換気量が不足することや温度差が大きい時期には必要以上の換気が行われる場合があるなどの短所を補うことが可能です。

安定した換気量を確保するためには、実際の内外温度差と内外温度差による排気量をあらかじめ調べておく必要があります。

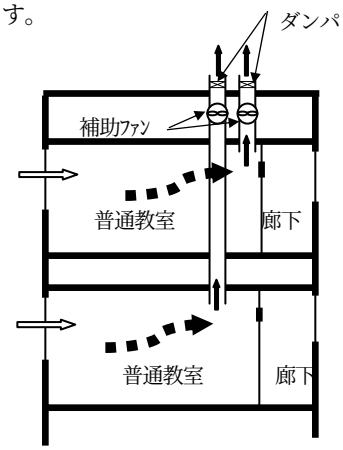


図 1-1　ハイブリット換気ステムの例

3) 換気計画の留意点

機械換気設備を計画する際には、校舎全体の換気計画を立案することが重要です。

室内に廃気が排出される暖房設備の場合は、人体から放出される CO_2 の他に、それらの汚染物質の排気についても考慮する必要があります。また、冷暖房設備を設置する場合の機械換気設備は、外気の予熱や熱回収についても考慮する必要があります。

（2）校舎全体の換気計画

1) 校舎全体の換気計画

校舎には、様々な目的の教室や共用部分があり、それぞれ使用目的や発生する汚染物質の量と質が異なります。従来の換気設計では、隙間からの換気や窓を開放することによる換気が主になっていましたが、室内で発生する化学物質の濃度を確実に低下させるためには、校舎全体に対して機械換気システムを設置して確実に換気を行う必要があります。（校舎全体の換気計画例は「◇機械換気設備の計画事例」参照）

2) 施設内の空気の流れに配慮した平面･断面計画

施設の平面･断面計画に際しては、自然換気を効率よく行うため、施設内の風の流れに配慮し、淀みを作らないように計画することが必要です。

平面計画としては、春、夏、秋の卓越風向（出現頻度の高い風向）を考慮して開口部等を計画するとともに、教室単位や各階単位での風の流れにも配慮することが必要です。

断面計画としては、温度差による空気流動を促進するため、高窓や小窓･ガラリを設置するなど、授業に支障がないよう工夫しながら有効な風の流れが実現できる計画とすることが必要です。

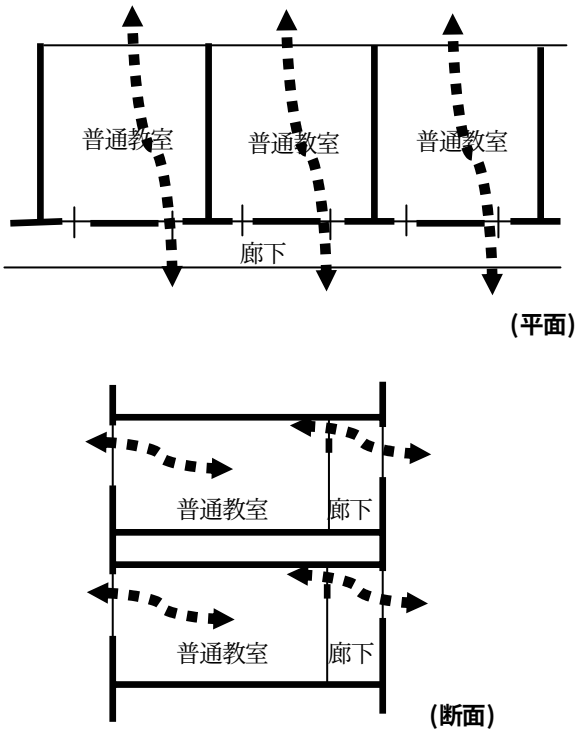


図 1-2　教室の空気の流れのイメージ

（3）換気方式の使い分け

換気方式には、大きく分けると自然換気と機械換気の２種類があります。

建築基準法の改正によるシックハウス対策のための規制の導入により、新築･改築･改修等をする際には、教室等の居室に一定の換気量が確保される機械換気設備の設置が原則として義務付けられました。

機械換気設備の方式は、①給排気とも機械換気設備で行う第１種機械換気設備、②給気を機械換気設備で行い排気は自然排気口または隙間から行う第２種機械換気設備、③排気を機械換気設備で行い給気は自然給気口または隙間から行う第３種機械換気設備の３種類に分類されます。

これらの３種類には、それぞれ特徴があり、使う場所や目的によって方式を選択することになります。

換気方式の使い分けの例としては、コンピュータ教室等の空調設備が設置されていて窓を開放する事が困難な室や外気の取り入れに熱回収機能が必要な場合、あるいは廊下等を換気経路としないで教室単位で換気を完結したい場合等は第１種機械換気設備、特別な汚染質の発生が認められない室で廊下等からの汚染質の流入を防止したい場合等は第２種機械換気設備、接着剤や塗料等の汚染質が発生する可能性のある室では第３種機械換気設備とする方式が考えられます。

① 第１種機械換気設備は、給気ファン、排気ファンの両方が設置されるため、室内の圧力を自由にコントロールすることにより換気を確実に行うことができる方式です。また、全熱交換機を用いることにより室内へ取り入れる外気温をコントロールすることができます。部屋単体で換気システムを完結したい場合等に用いられます。

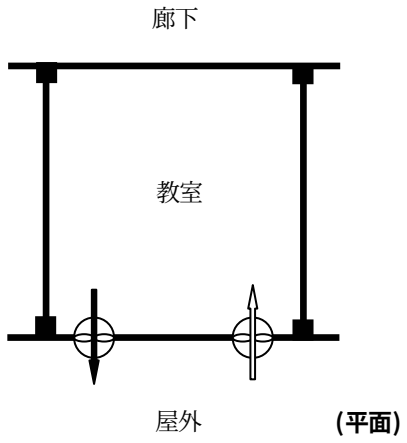


図 1-3　第１種機械換気設備のイメージ図

② 第２種機械換気設備は、給気ファンが設置されるため、室内の圧力が正圧に保たれます（他の部屋より高い圧力になる）。従って、室内の空気を清浄に保ちたい部屋等に用いられます。但し、外気を直接室内へ取り入れる方式のため、寒冷地等では給気を余熱する等の配慮が必要です。また、廊下等から排気する場合は、換気経路となる廊下やトイレ等についても建築基準法に基づく内装仕上げの制限を受けることになるとともに、建築基準法の規定による必要換気回数の算定に際しては、廊下やトイレ等を含めた換気量とする必要があります。（第１章（４）1）建築基準法への対応参照）

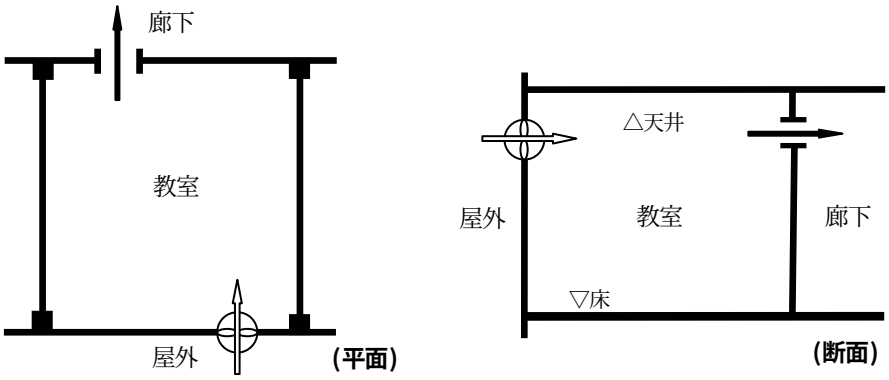


図 1-4　第２種機械換気設備のイメージ図

③ 第３種機械換気設備は、排気ファンを設置するため、室内の圧力が負圧に保たれます（他の部屋より低い圧力になる）。汚染質が発生し易い部屋等に多く用いられます。
なお、廊下等から給気する場合は、換気経路となる廊下やトイレ等についても建築基準法に基づく内装仕上げの制限を受けることになるとともに、建築基準法の規定による必要換気回数の算定に際しては、廊下やトイレ等を含めた換気量とする必要があります。（第１章（４）1）建築基準法への対応参照）

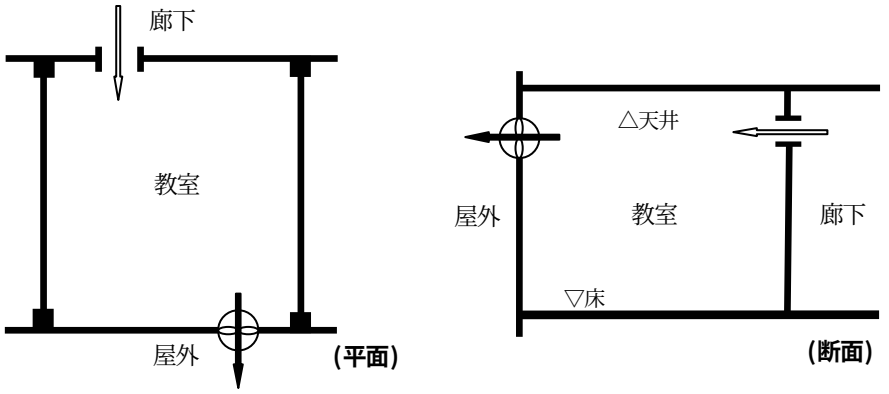


図 1-5　第３種機械換気設備のイメージ図

（4）関連法令等に対応した換気対策

1)建築基準法への対応

a)建築基準法の概要

居室内における化学物質の発散に関する衛生上の措置に関する規制を導入するため建築基準法の一部を改正する法律（平成 14 年法律第 85 号）が平成 14 年 7 月に成立・公布され、平成 15 年 7 月から施行されています。その概要を以下に示します。

①規制対象とする化学物質

クロルピリホス及びホルムアルデヒド

②クロルピリホスに関する規制

居室を有する建築物には、クロルピリホスを添加した建材の使用を禁止する。

③ホルムアルデヒドに関する規制

ｱ. 内装の仕上げの制限

居室の種類及び換気回数に応じて、内装仕上げに使用するホルムアルデヒドを発散する建材の面積制限を行う。

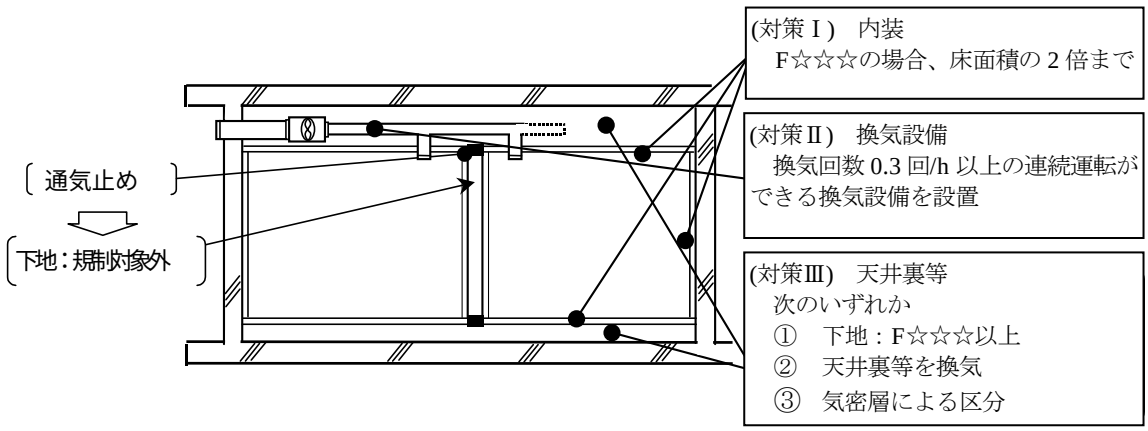
ｲ. 換気設備の義務付け

ホルムアルデヒドを発散する建材を使用しない場合でも、家具等からの発散が考えられるため、原則として全ての建築物に機械換気設備の設置を義務付ける。

ｳ. 天井裏等の制限

天井裏等については下地材をホルムアルデヒドの発散の少ない建材とするか、機械換気設備を天井裏等も換気できる構造とし天井裏等からの汚染空気の居室への流入を防止する。

図 1-6 は、学校の居室に対して要求されるホルムアルデヒドに関する規制の概要を示したものです。



注 1：JIS、JAS で整備されている最上位規格（F☆☆☆☆：放散量 5μg/(m²･h)以下）の建材については、内装仕上げ材の面積制限の対象から除外する。

注 2：F☆及び無等級の建材については、内装仕上げ材への使用を禁止する。F☆☆規格の建材については、局部的な内装仕上げに限定する。

図 1-6　学校の居室に対するホルムアルデヒド規制の概要

b) 内装仕上げ材に関する規制

①ホルムアルデヒド発散建材

ホルムアルデヒドに関しての規制対象となる建材について、ホルムアルデヒド発散速度に基づいて表 1-1 のように分類されています。

なお、第 1 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆）の内装仕上げへの使用は禁止されています。

表 1-1　ホルムアルデヒド発散建材の分類

規制対象外建材（F☆☆☆☆）
第 3 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆☆☆）：旧 JIS の E0、旧 JAS の FC0 に相当
第 2 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆☆）　：旧 JIS の E1、旧 JAS の FC1 に相当
第 1 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆）　　：旧 JIS の E2、旧 JAS の FC2 に相当

②ホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限を受ける室と範囲

学校施設でホルムアルデヒド発散建材の使用が規制される室は、建築基準法上の居室である教室、体育館、職員室等が対象となります。廊下、便所、倉庫等は、居室ではないので規制の対象にはなりません。

ただし、教室から外気を取り入れて、廊下を経由してトイレ等で排気する場合や廊下側から教室に外気を取り入れる場合は、居室と一体として取り扱う規定（常時開放された開口部を通じて居室と相互に通気が確保されている建築物の部分）となっているため、換気の経路（廊下やトイレ等）となるすべての部分がホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限を受けることになるので注意が必要です。

建築基準法における居室

人が居住、執務、作業、集会、娯楽のために継続して使用する室をいいます。

③ホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限

教室等の学校の居室に対するホルムアルデヒド発散建材の使用面積は、以下の式を満たす必要があります。

$$N_2 S_2 + N_3 S_3 \leqq A$$

S_2：第 2 種ホルムアルデヒド発散建材の面積［m^2］

S_3：第 3 種ホルムアルデヒド発散建材の面積［m^2］

A：床面積［m^2］

N_2、N_3：機械換気回数に応じた係数（表 1-2）

表 1-2　ホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限にかかる係数

換気回数	N_2	N_3
0.3 回/h 以上 0.5 回/h 未満	3.0	0.50
0.5 回/h 以上 0.7 回/h 未満	1.4	0.25
0.7 回/h 以上	0.88	0.15

例えば、換気回数を 0.3 回/h として設定した場合、第二種ホルムアルデヒド発散建材のみを用いた場合はその使用面積の上限は床面積の 1/3 以下、第三種ホルムアルデヒド発散建材のみを用いた場合は床面積の 2 倍以下となります。

なお、ホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限は、一体として換気される空間ごとに適用されることとなるため、例えば、教室、廊下、便所を一体で換気している場合には、全体で一つの空間として適用されることになります。

上記の面積制限は、ホルムアルデヒド発散速度が F☆☆☆で表面積が床面積と同一となる量の家具が教室等に持ち込まれるものとして算定されているので、机、椅子、書庫等の持ち込み家具の量や使用建材が算定の条件を超える場合には、内装材が規準を満たしている場合でも濃度超過となる可能性があるので、教室等に持ち込まれる家具等についても慎重な配慮が必要となります。

c)機械換気設備の設置義務と設備容量

①機械換気設備の設置義務

新築や大規模改修等を行う場合には、原則として機械換気設備の設置が義務付けられています。

機械換気設備は、隙間を含む有効開口面積の合計が床面積 1m² あたり 15cm² 以上ある場合には設置の義務付けはありませんが、このような開口を確保すると、室の自然換気量が内外温度差や外部風の影響を受けやすくなり、温熱環境上の不快感や暖房熱負荷の増加につながり、省エネルギーの面からも好ましくありません。

②機械換気設備の設備容量

学校の教室等の居室には、換気回数 0.3 回/h 以上の換気設備の設備容量が必要となります。これを超える設備容量のある換気設備を用いる場合には、ホルムアルデヒド発散建材の使用面積制限が緩和されるますが、緩和される場合の設備容量の上限は 0.7 回/h とされています。

第 2 種機械換気設備または第 3 種機械換気設備で廊下等が換気経路となる場合は、換気経路となる廊下等を含めた設備容量が必要になります。

天井高さによる換気回数の緩和について

換気回数の基準値は、天井高さ 2.3m の場合を想定して定められており、体育館等のように天井高が高い場合は、表 1-3 に示す値に緩和されています。

表 1-3　天井高さによる換気回数の緩和

換気回数 0.3 回/h 相当の天井高さと換気回数

天井高さ[m]	3.5 以上 6.9 未満	6.9 以上 13.8 未満	13.8 以上
換気回数[回/h]	0.2	0.1	0.05

換気回数 0.5 回/h 相当の天井高さと換気回数

天井高さ[m]	2.9 以上 3.9 未満	3.9 以上 5.8 未満	5.8 以上 11.5 未満	11.5 以上
換気回数[回/h]	0.4	0.3	0.2	0.1

換気回数 0.7 回/h 相当の天井高さと換気回数

天井高さ[m]	2.7 以上 3.3 未満	3.3 以上 4.1 未満	4.1 以上 5.4 未満	5.4 以上 8.1 未満	8.1 以上 16.1 未満	16.1 以上
換気回数[回/h]	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

③換気設備設計の際の留意点

ｱ．必要設備容量の確保

換気設備の設計時には、建築基準法施行令に基づき、ホルムアルデヒドの発散による衛生上の支障がないようにするために必要な換気設備の容量が確保できるかを計算により確認する必要があります。

換気設備容量の計算方法について

換気量が確保されることは、国土交通省告示第 274 号に基づき、換気経路の全圧損失（直管部損失、局部損失、諸機器その他における損失の合計）を求め、給気機、排気機がこれに対応する送風能力を有することを計算で確かめます（換気量を確保できることが明確な場合は除く）。これには、空調設計に用いられるダクト計算法を適用し、以下の式により確認します。（ダクトを用いない場合も同様）

$$Pr=\zeta_0\cdot P_{V0}\cdot(Q_0/Q_{S0})^2+\zeta_I\cdot P_{VI}\cdot(Q_I/Q_{SI})^2+\Sigma(\lambda_i\cdot L_i/D_i+\zeta_{Bi})\cdot P_{Vi}\cdot(Q_i/Q_{Si})^2$$

Pr：圧力損失の合計（単位：Pa）　　ζ_0：外部端末換気口の圧力損失係数

ζ_I：室内端末換気口の圧力損失係数　　λ_i：ダクトの摩擦係数

D_i：ダクトの直径（単位：m）　　L_i：ダクトの長さ（単位：m）

ζ_{Bi}：曲がり等局部の圧力損失係数のうち、第ｉダクトに関連するものの合計

P_{V0}，P_{VI}，P_{Vi}：ダクト径に対応して定める基準動圧（単位：Pa）

$Pv=0.5\cdot\rho\cdot(Q_S/3600/A)^2$

ρ：空気の密度［kg/m³］（20℃　1気圧の時　　$\rho=1.21$kg/m³）

A：ダクトの断面積（単位：m²）

Q_0，Q_I，Q_i：必要風量（単位：m³/h）

Q_{S0}，Q_{SI}，Q_{Si}：ダクト径、端末換気口の接続径に対応する基準風量（単位：m³/h）表 1-4 参照

表 1-4　基準風量Ｑｓ

ダクト径、端末換気口の接続径(㎜)	50	75	100	125	150	200
基準風量Ｑｓ(㎥/h)	30	60	120	180	240	300

全熱交換器を使用した場合の有効換気量率について

全熱交換器は、換気時の熱損失を低減させたり、温熱感覚上の不快を緩和するために用いられます。

全熱交換器は構造上（図 1-7 参照）、排気(RA)と外気(OA)の混合（ショートサーキット）が避けられないため、室内へ供給される空気(SA)がすべて外気とは限りません。この対策として、ショートサーキット効果を見越した必要換気量を確保するため、必要換気量を有効換気量率で割った値を送風量とする必要があります。

有効換気量率

有効換気量率は、日本工業規格（JIS）で定められた方法（JIS B 8628(2003)「全熱交換器」）に基づくデータを採用してかまいませんが、気密層によるホルムアルデヒド対策とした小屋裏等に全熱交換器を設置する場合には、装置周囲の汚染空気が給気に混入する可能性があるので、このような効果が評価できるように改良された日本冷凍空調工業会(JRA)の規定（「全熱交換器有効換気量試験方法小型全熱交換・換気ユニット（濃度一定法）(JRA4056)」）の測定法に基づくデータを採用することが望ましいといえます。

有効換気量率　＝　有効換気量／給気風量

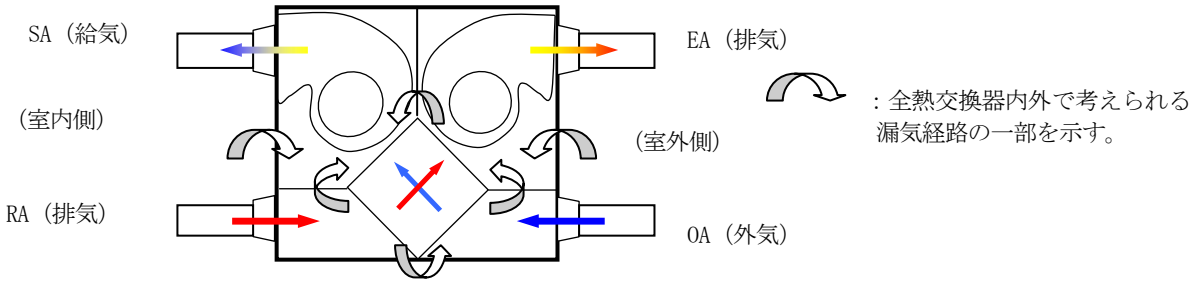


図 1-7　全熱交換器による空気の流れ

ｲ. 機械換気設備の構造

機械換気設備の構造について、建築基準法施行令では、室内に著しい局所的な空気の流れ（ショートサーキット）を生じさせないような配慮を行うこと、外部風によって換気扇の能力が著しく低下しないこと、室内の気流場、温度場、騒音等によって機械換気設備の連続使用に支障がない配慮がなされることが要求されています。

・室内に著しい局部的な空気の流れ（ショートサーキット）を生じさせないための対策例
　ショートサーキットとは、給気が室内の空気と十分に混合する前に排気口に達してしまうことで換気の効果が不十分になる現象をいいます。これを避けるためには、給気が排気口に直接向かっていかないような方向に給気口を設置すること等が重要です。（第１章（６）2）給排気口の配置参照）
・外部風によって換気能力が著しく低下しないようにするための対策例
　風の影響の少ない位置に屋外端末（ベントキャップ、屋外フード等）を設置することや防風性に優れた屋外端末を選定する等の対策があります。（第１章（６）4）屋外端末部材の選定参照）
・室内の気流場、温度場、騒音等によって機械換気設備の連続使用に支障を及ぼさないための対策例
　給気口から室内に供給された空気は、周囲空気と混合しながら進むので、十分に混合する前に居住域に達してしまうと気流感による不快が生じる可能性があります。特に、冬季における冷たい外気の流入による不快感（コールドドラフト）への対応として、教室における給気口は一般的にはなるべく高所に設ける等給気口の設置位置に配慮する必要があります。（第１章（５）各種の条件に対する換気計画の考え方参照）また、換気設備から発生する騒音への対策例としては、消音ダクト等の消音部材の使用や換気設備の固定状況を確認することにより共振による騒音を小さくする等の方法があります。（第１章（６）1）換気設備等から発生する音参照）

ｳ. 機械換気設備の連続運転

建築基準法では連続運転が可能な機械換気設備の設置が義務付けられています。

ただし、内外温度差が大きく安定した自然換気が期待できる場合や外部風が一定以上あって窓明け換気により十分な換気量が確保されることが明らかな場合は、機械換気量の低減や、設備の運転を停止させる運用も考えられます。

　省エネルギーの観点からも、内外温度差や外部風を細かくチェックし、自然換気によって建築基準法において要求されている換気量の確保が確実な場合は、機械換気設備を止めて窓開けによる自然換気を実施することが考えられます。

d)天井裏等の換気計画

①天井裏等の定義

建築基準法における天井裏等とは、居室ならびに居室と一体的に換気される空間に隣接する天井裏、小屋裏、床裏、壁、物置その他これらに類するスペースとされています。これらの空間は居室を面的に取り囲む場合が多く、これらの空間から汚染空気が発生すると空気の流動によって居室の空気が汚染さる恐れがあることから、これを防止するための対策が必要とされています。なお、居室への換気経路とならない廊下や便所等は天井裏等には該当しません。(ただし、居室への換気経路となる廊下や便所等については、ホルムアルデヒドの対策上は居室とみなされます。)

②天井裏等に要求される対策

天井裏等に要求される対策には、以下の方法があり、何れかの対策をとる必要があります。

ｱ. 使用建材による対策

天井裏等の下地材や断熱材等に第１種ホルムアルデヒド放散建築材料及び第２種ホルムアルデヒド発散建築材料（建築基準法施行令第 20 条の第 2 項の規定により第２種ホルムアルデヒド発散建築材料とみなされるものを含む）を使用しない。

ｲ. 気密層による対策

天井・床等との間に通気止めを設けるか、天井裏・床裏等と居室間に気密層を設ける。(気密層のレベルは、エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）における気密層の施工規準（表 1-5）が準用されます。)

省エネ法における気密層の施工規準

表 1-5　気密層を構成する部材

1.厚さ 0.1㎜以上の防湿気密フィルム　2.透湿防水シート　3.合板 4.吹き付け硬質ウレタンフォーム断熱材　5.乾燥木材 6.鋼製部材　7.コンクリート部材

※これらの他に、石膏ボードの接合部にパテ処理をするなど、適当な気密処理を行ったものも気密層とみなすことができます。気密層が連続していることが重要なので、施工方法についても十分に配慮するとともに耐久性についても信頼できる方法を採用することが重要です。

ｳ. 換気設備による対策

天井裏等に排気口または排気機を設けるか、居室側に第二種換気設備を設けます。これは、居室との圧力差を送風機によって確保し、天井裏等からの汚染空気の流入を防止する方法です。

自然換気の併用を前提とした換気計画を行う場合には、換気設備の運転を停止する場合も考えられますので、使用建材による対策か気密層による対策が必要になります。

建築基準法によるホルムアルデヒド汚染防止対策の全体の構成を図 1-8 に示します。
図中の太矢印（➡）は学校を対象とした場合の規制の流れを示しています。

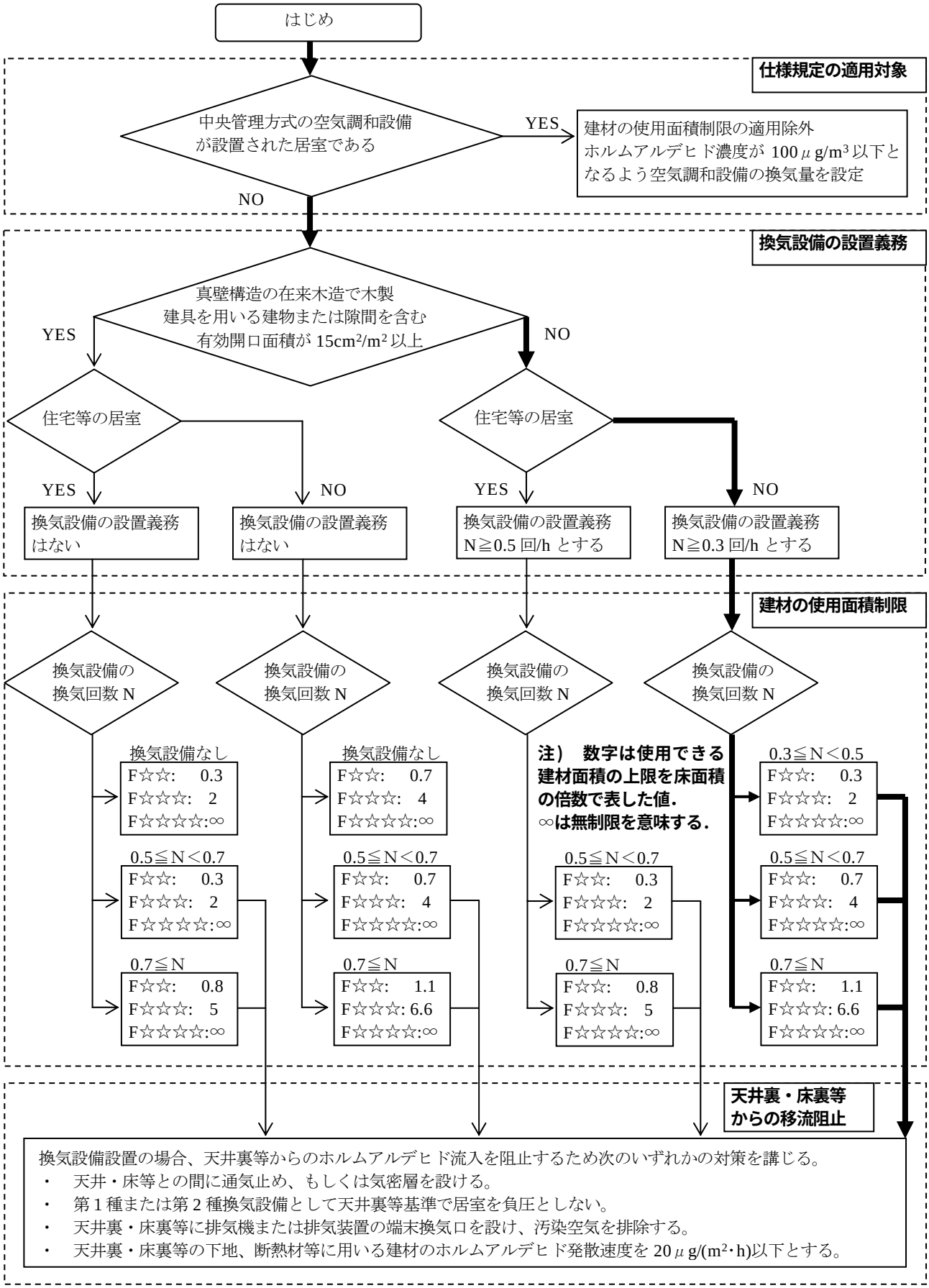


図 1-8　建築基準法におけるホルムアルデヒド汚染防止対策のフローチャート

2)学校環境衛生の基準への対応

a)学校環境衛生の目的

学校環境衛生管理は、学校教育法等に定められた学校教育の目標を達成するため、学校保健法に基づいて行われており、その主な目的は次のとおりです。

·健康の保持増進を図る。
·学習能率の向上を図る。
·情操の陶冶を図る。

b)学校環境衛生の管理

学校においては、児童生徒等や職員の健康診断、環境衛生検査、安全点検その他の保健または安全に関する事項について計画を立て、これを実施しなければならないこととされています。（学校保健法第2条）

また、換気·採光·照明及び保温を適切に行い、清潔を保つ等環境衛生の維持に努め、必要に応じてその改善を図る必要があります。（学校保健法第3条）

学校環境衛生 ｛ 環境衛生検査 / 事後措置 / 日常における環境衛生

環境衛生検査、事後措置、日常における環境衛生については、学校保健法施行規則で規定されています。

c)学校環境衛生の基準に基づく検査について

ｱ. 学校環境衛生の基準に基づく教室等の空気環境の検査について必要となる検査項目、検査事項及び判定基準は表1-6のとおりです。

表1-6 学校環境衛生の基準に基づく教室の空気の検査項目等

検査項目	検査事項	判定基準	備考
(1) 温熱及び 空気清浄度	ア 温度	冬期≧10℃、夏期≦30℃であることが望ましい 最も望ましいのは、冬期18～20℃、夏期25～28℃	
	イ 相対湿度	30～80%	
	ウ 二酸化炭素	≦1500ppm(0.15%)であることが望ましい	
	エ 気流	人工換気の場合、≦0.5m/秒	
	オ 一酸化炭素	≦10ppm(0.001%)	
	カ 二酸化窒素	≦0.06ppmであることが望ましい	
	キ 浮遊粉じん	≦0.10mg/m³	
	ク 落下細菌	≦10コロニー	
	ケ 実効輻射温度	黒球温度と乾球温度の差＜5℃であることが望ましい	
(2) ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物	ア ホルムアルデヒド(夏期に行うことが望ましい)	≦100μg/m³(0.08ppm)	
	イ トルエン	≦260μg/m³(0.07ppm)	
	ウ キシレン	≦870μg/m³(0.20ppm)	
	エ パラジクロロベンゼン	≦240μg/m³(0.04ppm)	
	オ エチルベンゼン	≦3800μg/m³(0.88ppm)	
	カ スチレン	≦220μg/m³(0.05ppm)	
(3)換 気	換気回数（40人在室、容積180m³の教室の場合）	幼稚園·小学校 ≧2.2回/時、中学校≧3.2回/時、高等学校等≧4.4回/時	

3)建築物における衛生的環境の確保に関する法律（略称：ビル管法、建築物衛生法など）への対応

延べ面積が8,000㎡以上となる学校の場合は、この法律の規定に基づいた対応が必要になります。

この法律の適用をうける学校では、建築物環境衛生管理技術者を選任するとともに政令で定める基準（以下「建築物環境衛生管理基準」という。）に従って建築物の維持管理を行う必要があります。

建築物環境衛生管理基準は、空気環境の調整、給水及び排水の管理等の環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な措置を定めています。空気環境の管理基準を表1-7に示します。

表1-7　空気環境の管理基準

	項　目	管理基準値	備　　考
瞬間値	温　　度	17℃以上28℃以下　冷房時には外気との差を著しくしない	機械換気の場合は適用しない。
	相対湿度	40%以上70%以下	機械換気の場合は適用しない。
	気　　流	0.5m/秒以下	
平均値	浮遊粉じん量	0.15mg/m³以下	
	二酸化炭素(CO_2)	1000ppm以下	
	一酸化炭素(CO)	10ppm以下	特例として外気がすでに10ppm以上ある場合には20ppm以下とする。
	ホルムアルデヒド	0.1mg/m³ (0.08ppm)以下	新築･大規模修繕後等の6/1～9/30の期間内

注1　瞬間値とは、1 日2 回又は3 回の個々の測定値について適否を判断

2　平均値とは、1 日2 回又は3 回の測定値を平均したもので適否を判断

4)エネルギーの使用の合理化に関する法律（略称：省エネ法）への対応

延べ面積が2,000㎡以上の建物の新築･改築等を行う場合は、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」に基づく省エネルギー基準（建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準　平成11年通商産業省･建設省告示第１号）に対応した換気設備とする必要があります。

省エネルギー基準で求められる換気設備の性能等

･空気調和設備以外の換気設備とした場合

次に掲げる事項に配慮し、空気調和設備以外の機械換気設備に係るエネルギーの効率的利用を図る必要があります。

(1) 風道等におけるエネルギーの損失の少ない計画を策定すること。

(2) 適切な空気調和設備以外の機械換気設備の制御方式を採用すること。

(3) 必要な換気量に応じた適切な能力で、かつ、エネルギーの利用効率の高い機器を採用すること。

･空気調和設備に機械換気設備の機能を持たせる場合

空気調和設備（空冷パッケージエアコンディショナー･ガスヒートポンプ冷暖房機）に機械換気設備の機能を持たせる場合は、空調時の換気に関係する省エネルギー措置として、熱交換器やバイパス制御の採用、予熱時の外気取り入れの停止等が挙げられています。

（５）各種の条件に対応する換気計画の考え方

1)季節による違い

夏季及び冬季の冷暖房設備の運転時に、直接外気を室内に導入する方式は、室内の温熱的な快適性を確保する観点からあまり好ましい方式とはいえません。外気処理（加熱･加湿、冷却･除湿、その他フィルターによる粉塵除去等）した後に給気する方式の検討が必要です。

中間期等で窓開け換気により十分な換気量が確保されることが明らかな場合は、機械換気設備の運転を停止させる等の運用も考えられます。（第１章（４）1）建築基準法への対応参照）

2)地域性による違い

都市部の幹線道路沿いや火山灰の降灰地域など外気の空気質が悪い地域の場合は、フィルター付きの換気設備を設置する等の配慮が必要です。

3)冷暖房方式による違い

学校で使用される冷暖房の方式には各種の方式（第１章（１）空調･換気設備参照）があり、その方式の特徴を考慮した換気計画をたてる必要があります。特に開放型または半密閉型の暖房器具を使用する場合には、必要換気量が大きくなることに注意が必要です。また、ＦＦ式温風暖房機等の密閉型の暖房機器を使用する場合には、暖房機器の排気ガスが給気口や開口部等から室内へ流入しないように、給気口や開口部等から離れた位置に排気口を設ける等の配慮が必要です。

冷暖房設備を設置する場合には、温熱快適性の確保や省エネルギーの観点から全熱交換型の採用が望ましいと考えられます。

4)外気の取り入れ方式（熱処理の有無）による違い

外気の熱処理を行った上で給気する方式（全熱交換型等）と外気を直接給気する方式（第１章（１）空調･換気設備参照）があります。外気の取り入れ方式の選定に当たっては、省エネルギーや温熱快適性等を考慮して選定することが望ましいと考えられます。

全熱交換型の方式の場合でも、給気温度が室温と違う場合があるため、吹き出し気流による不快感を生じないよう給気口の位置や吹き出し方向に配慮する必要があります。

外気を直接給気する方式の場合は、給気口からの冷たい外気の流入による不快感（コールドドラフト）を防止するため、給気口の取り付け位置をなるべく天井に近い位置に設置すること、暖房機器の吹き出し温風と外気がうまく混合するような位置に給気口を設けること、放射パネルのパネル裏側から小風量に分散して給気すること等の配慮が必要です。

省エネルギー対策を考慮した外気の取り入れ方式の例

･全熱交換型換気設備

･ハイブリッドシステム（第１章（１）空調･換気設備参照）

･クールチューブ、ヒートチューブ

地中に埋め込んだ通気管から外気を取り入れる方式で、安定した地中温を利用して、冬季は外気を暖めて、また、夏季は冷やしてから導入する給気方式です。

･太陽熱集熱システム

屋根面の受ける太陽熱を利用して、冷たい外気を暖めてから室内に導入する方式です。

（6）その他の留意点

1)換気設備等から発生する音

換気設備の風量や静圧が大きくなると換気設備等から発生する騒音が大きくなる場合があります。

換気設備等から発生する騒音については、消音ダクトや低騒音型機器の使用、複数台設置することにより１台の換気風量を小さくする、換気設備の固定状況を確認することにより共振による騒音を小さくする等の配慮が必要です。

①ダクト方式の場合の騒音対策の例（巻末参考資料2.換気設備による室内騒音対策の実施例参照）

吹出音の抑制対策として消音ダクト、消音グリル等の消音部材を使用することが有効です。

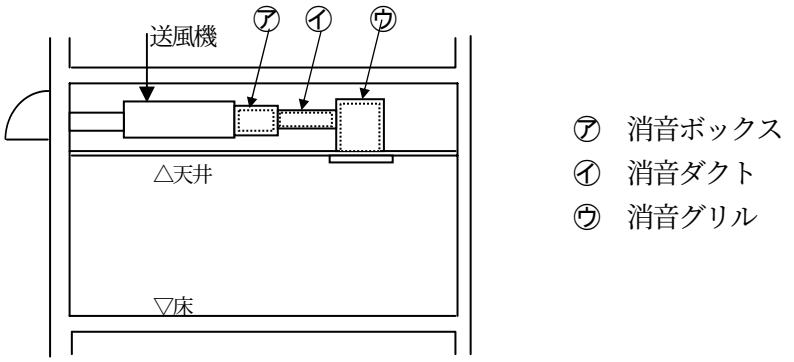


図1-9　ダクト方式の消音対策の実施例

・仕様書に記載された騒音値は、製品のタイプによって測定の位置、距離が違うことがあるので注意が必要です。特に、天吊埋込ダクト形の全熱交換ユニット等、給気が部屋の天井から行なわれる製品の場合には、一般的にファンの騒音より吹出騒音の方が大きくなる事が多いので注意が必要です。

・換気扇等の仕様書に記載された騒音値は、無響室で測定した値なので実際に設置した場合の騒音値は、内装材や部屋構造等の影響で騒音値が上昇する（１０ｄＢ程度）ことがあります。

②窓（壁）取付けの場合の騒音対策の例

換気設備の固定の状態が悪いと取り付けパネル等との共振により騒音が発生することがあります。施工監理時（第３章2）換気設備の固定状況の確認参照）及び運用時の定期点検（第４章（１）換気設備の定期点検･清掃方法参照 ）により換気設備の固定状況について確認することが必要です。

また、低騒音型機器を選定することや防振ゴムの取付け等も換気設備からの騒音の対策として有効です。

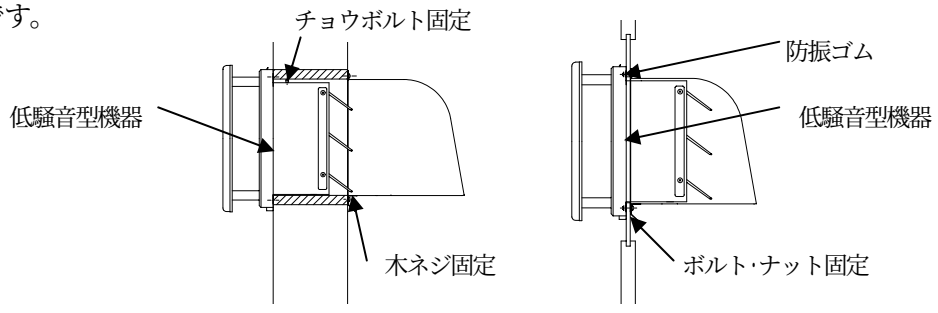


図1-10　窓･壁取付けの場合の騒音対策の実施例

2)給排気口の配置

①外部から汚染空気等を侵入させない給気口の配置

給気口を設ける場所については、給湯器や自動車等からの排気ガス等が教室内に侵入しないように給湯器の排気筒等から離れた位置に設ける等の配慮が必要です。

②ショートサーキットを生じさせないための給排気口の配置

ショートサーキット（第１章（４）1）建築基準法への対応参照）を生じさせないためには、給気から排気までの空気の流れを考慮して給排気口の位置を計画することが重要です。また、給気流によって在室者に寒さ等の不快感を与えないように給気口の取付け高さや給気方法等に対する配慮（第１章（５）各種の条件に対する換気計画の考え方参照）も必要となります。

従って、給気の位置、方向、吹出し速度（到達距離）等が非常に重要となります。

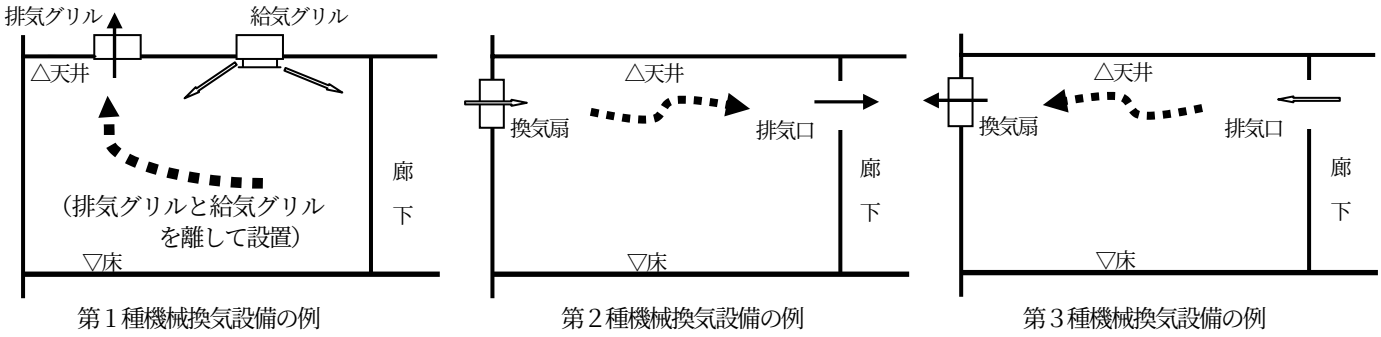


図1-11　ショートサーキットを生じさせない給排気口の設置例（断面図）

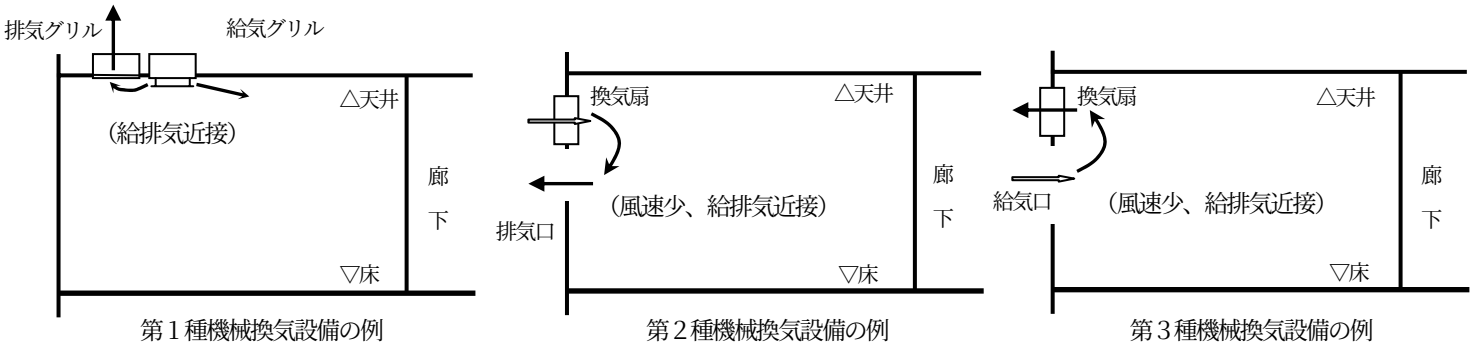


図1-12　ショートサーキットを生じさせる可能性がある好ましくない給排気口の設置例（断面図）

3)給排気口の形状

第２種機械換気設備及び第３種機械換気設備とする場合の換気経路となる部分（給気口、排気口）には、ガラリ等を設けて換気設備の風量に見合った通気量を確保する必要があります。

4)屋外端末部材の選定

ウェザーカバーやフード等の屋外端末部材については、雨水侵入の可能性などを考慮して選定する必要があります。また、ダクトの勾配や長さ等の製品の仕様書記載事項を必ず守ることが重要です。特に、給気側については、吸込み気流に乗って雨水が侵入する可能性があるため、対外風形フードや深形フードを選定する等の配慮が必要となります。

ウェザーカバーの設置例

ベントキャップの例

丸型フードの例

深形フードの例

対外風形フードの例

図 1-13　屋外端末部材の設置例

5)定期点検･清掃への配慮

機器の設置位置については、定期点検のためのスペースを確保しておく必要があります。また、天井等の点検口については、機器の仕様書に指定された範囲内に設け、また、ダクト配管等が点検の邪魔にならないよう配慮しておくことも重要です。（第３章　換気設備の施工監理時の留意点参照）

第２章　換気設備計画の立案

（１）普通教室における換気設備計画の立案

1)必要換気量の算定

建物の中では、人の活動に伴って様々な汚染物質（人体に有害な物質や不快感を起こさせる物質）が発生します。これらの汚染物質の濃度を許容濃度以下にするための換気量を必要換気量と呼びます。

普通教室の必要換気量の計算

①学校環境衛生の基準に基づく場合の必要換気量

必要換気量は、部屋の大きさ（容積）や在室人数により異なります。

学校環境衛生の基準の二酸化炭素（CO_2）濃度の判定基準（1,500ppm）に基づいた必要換気量は次式で算出することができます。

必要換気量［m^3/h］＝　教室の収容人数［人］×１人当たりの必要換気量［m^3/h 人］

１人当たりの必要換気量

$$\text{１人当たりの必要換気量［}m^3/h\text{ 人］} = \frac{M \times 100}{C_t - C_0}$$

Ｍ　：１人当たりのCO_2呼出量［m^3/h 人］（表 2-1 による）

C_t：二酸化炭素（CO_2）濃度の判定基準（1,500ppm(0.15%)）

C_0：外気の二酸化炭素（CO_2）濃度［ppm］

表 2-1　１人当たりのCO_2呼出量

対象種別	１人当たりのCO_2呼出量
幼稚園･小学生（低学年）	0.011 m^3/h
小学生（高学年）･中学生	0.016 m^3/h
高校生･大人	0.022 m^3/h

小学校低学年教室での計算例

計算条件　　床面積：60 ㎡、天井高：3m、収容人数：児童 40 人＋教師 1 人、外気 CO_2 濃度：0.04%

１人当たり必要換気量

児童　（0.011×100）÷（0.15－0.04）＝10 m^3/h 人

教師　（0.022×100）÷（0.15－0.04）＝20 m^3/h 人

必要換気量　　10 m^3/h 人×40 人　＋　20 m^3/h 人×１人　＝　420 m^3/h

②建築基準法に基づいた換気設備の必要換気量

必要換気量は、部屋の大きさ（容積）や選定した換気回数により異なります。

建築基準法に基づいた必要換気量は次式で算出することができます。（第１章（４）1）建築基準法への対応参照）

･第１種機械換気設備の場合、第２種機械換気設備･第３種機械換気設備で外部と直接給排気を行う場合

必要換気量［㎥/h］＝　教室の容積［㎥］×換気回数［回/h］

･第２種機械換気設備･第３種機械換気設備で廊下等が換気経路となる場合

必要換気量［㎥/h］＝（教室の容積［㎥］＋換気経路となる部分の容積［㎥］）×換気回数［回/h］

2)教室内の換気経路の設計と給排気口の位置・形状（換気の最適化）

必要換気量の算出は、室内で発生する汚染物質が室内で一様に拡散する事を前提に算出されています。しかし、給気口の位置や排気口の位置、汚染物質の発生する位置によっては、室内各所における汚染質濃度に濃淡が生じることになり、効率の良い換気もあれば効率の悪い換気となる場合もあります。

給排気口の位置としては、コールドドラフトへの対応として、給気口の取り付け位置をなるべく天井または天井に近い位置に設置すること（第１章（５）各種の条件に対応する換気計画の考え方参照）やショートサーキットを生じさせないよう給排気口の間隔等への配慮（第１章（６）その他の留意点参照）等が必要です。

給気口（吹出口）の形状としては、冬期に外の冷気が直接室内に吹出されないように、拡散型の形状とすることが望ましいと考えられます。あるいは、冷気の予熱が出来るように暖房設備の近くから取り入れる等の配慮も必要です。これらの選定に当たっては、地域の気候条件を十分配慮する必要があります。

3)設備（換気扇）の性能と種類

換気扇等のファンの性能は、Ｐ－Ｑ特性というもので示されています。Ｐは換気扇の前後の圧力差、Ｑは風量です。これは、図 2-1 に示すように大きな部屋（チャンバー）にファンを取り付け運転した場合の風量（Ｑ）と部屋間の圧力差（Ｐ）の関係を示したものです。

同じ換気能力の換気扇の場合、圧力差（Ｐ）が小さくなると風量（Ｑ）は大きくなります。

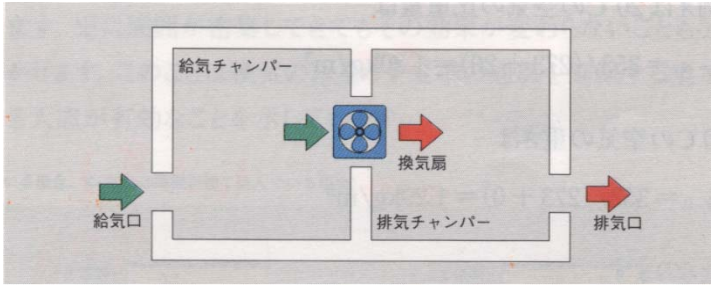


図 2-1　Ｐ－Ｑ特性の設定モデル

図 2-2 にファンのＰ－Ｑ特性の例を示しています。ファンを選定する際は、その能力である圧力差（Ｐ）と風量（Ｑ）がこのＰ－Ｑ特性の曲線より下の範囲にあるものを選定する必要があります。

Ｐが０の時の風量はファンに全く抵抗が無い場合の風量です。また、Ｑが０の時のＰは締切静圧と呼ばれ、ファンが空回りしている状態を示します。従って、換気扇等のファンによる風量は、換気経路に沿った圧力損失とファンのＰ－Ｑ特性が分かれば計算できることになります。ファンのＰ－Ｑ特性と換気経路の圧力損失を計算して、必要換気量に見合ったファンを選定することが重要です。

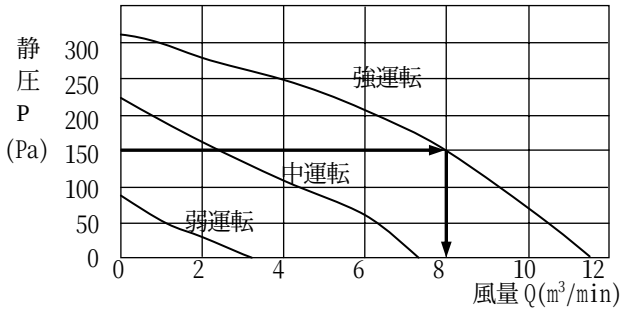


図 2-2　ファンのＰ－Ｑ特性の例

Ｐ－Ｑ特性は、換気扇の機種等により異なりますが、メーカーのカタログ等により確認できます。

図 2-2 の矢印は、風量の切替え（強中弱の運転）ができるタイプで、静圧（ダクトやフードによる抵抗）が 150Pa で強運転の場合に、8 ㎥/min（480 ㎥/h）の風量が得られることを示しています。

換気扇（ファン）の種類

・プロペラファン：壁付きの換気扇として使用されるファンで、居室に設置して排気や給気に使用されます。価格は、３つのファンの中で最も安価で、比較的大風量であること（400 m^3 ／ｈ程度）、圧力差が取れない為外の風が強い地域や高層階では使用出来ない等の特徴があります。

・シロッコファン：円筒状のファンの遠心力で送風するもので、台所のレンジフード等に使用される。大きな静圧が取れるので、ダクトに接続する場合や外部風速の影響を受ける部分でも、有効に排気や給気が出来ます。又、騒音が大きいこと、価格が比較的高いこと等の特徴が有ります。

・斜　流　フ　ァ　ン：プロペラファンとシロッコファンの中間の静圧が取れ、ダクト方式とする場合にダクトの途中に使用されます。

図 2-3　ファンの種類の例

4)換気経路の圧力損失

空気は、気圧の高い方から低い方に流れます。しかし、流れの途中にダクトや屋外フード等があると、これらが障害になって空気が流れにくくなります。この流れにくさを表しているのが換気経路の圧力損失です。

窓や壁に換気扇を設置した場合には、換気経路となる部屋の隙間の形状がそのまま換気経路の圧力損失になります。隙間が小さければ圧力損失が大きくなるため風量は減少し、隙間が大きくなれば圧力損失が小さくなり風量は増加することになります。隙間の小さい部屋では、換気扇と連動して開閉する給排気口やドアガラリ等を設置する必要があります。

ダクトを使用した換気システムでは、ダクトの種類によって圧力損失が異なります。図 2-4 に風量とダクトの圧力損失の例を示します。例えばフレキシブルダクトは、鉄板引きダクトやグラスウールダクト等に比べて圧力損失が相当大きく、使用する場合には注意が必要です。また、ダクトの面積を半分にすると、圧力損失は４倍になるので、出来る限りダクトの直径を大きくすることが重要となります。

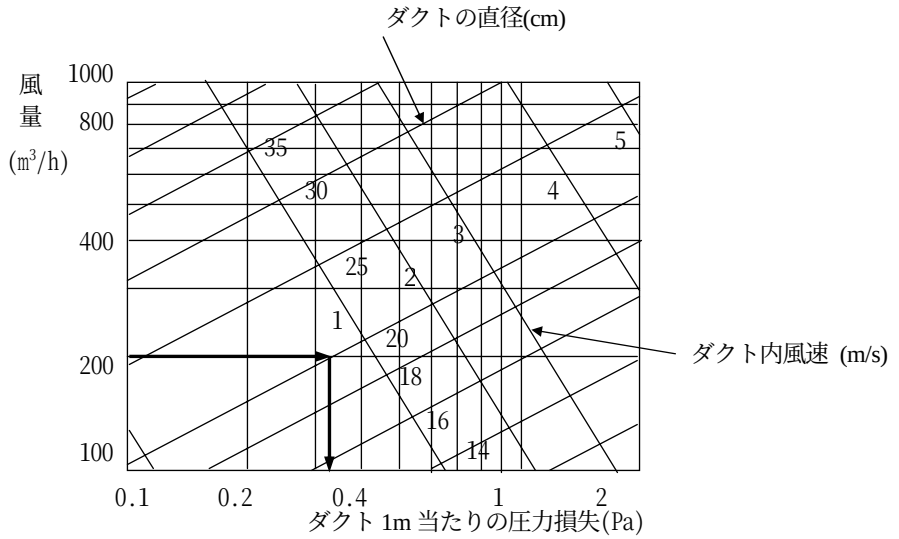


図 2-4　風量とダクトの圧力損失の例

図 2-4 の矢印は、ダクトの直径が 20 ㎝で風量が 200 ㎥/h の場合のダクトの圧力損失（約 0.32Pa）を示しています。

5)普通教室における換気設備方式の検討例

a)機械換気設備の方式（第１章（３）換気方式の使い分け参照）

①第１種機械換気設備

【換気方式の概要】

･教室単位で給気･排気を行うため、部屋単位で換気を完結させたい場合に適した方式で、給気量と排気量を確実に確保するためには、最も適した方式です。

【選定の考え方】

･廊下側からの音や汚染物質の流入を防止したい時等に用いられます。

【注意事項】

･廊下側の間仕切りや出入り口に気密性が必要です。

【配慮事項】

･省エネルギー対策や冬季の冷気対策等としては、全熱交換型の換気設備を用いることもあります。

②第２種機械換気設備

【換気方式の概要】

･新鮮外気を直接教室内へ導入する方式です。

【選定の考え方】

･廊下側からの汚染物質の流入を防止したい時、㋐都市部の幹線道路沿いや火山灰の降灰地域等で高性能フィルター付の換気扇とした場合、㋑冷暖房との組合せで予熱等に対して有利となる場合、㋒外部騒音に対して高い遮音効果を必要とする場合等に有効です。

【注意事項】

･廊下側にガラリ等の排気口や通気性が必要です。

･本方式の場合は、教室内の空気が廊下へ流れ出るため、教室内が接着剤や塗料などの汚染物質の発生源となる可能性のある場合は望ましい方式ではありません。また、建築基準法に対応した必要換気量の算定に当たっては、換気経路となる廊下等も含めて計算する必要があります。

【配慮事項】

･冬季には、直接冷気が室内へ導入されるため、暖房機器の配置を工夫する等の冷気対策に配慮する必要があります。

③第３種機械換気設備

【換気方式の概要】

･教室から直接外部へ排気する方式です。

【選定の考え方】

･教室内で接着剤や塗料などの汚染物質の発生源となる可能性がある場合等に有効です。

【注意事項】

･廊下側にガラリ等の給気口や通気性が必要です。

･廊下等より給気を取り入れる方式のため、廊下における空気汚染にも配慮が必要になるとともに建築基準法に対応した必要換気量の算定に当たっては、換気経路となる廊下等も含めて計算する必要があります。

【配慮事項】

･冬季の廊下からの給気について、外気を予熱することやガラリ等の給気口の取り付け位置を天井に近い位置に設ける等の配慮が必要です。（第１章（５）各種の条件に対応する換気計画の考え方参照）

b)機械換気設備の取付け方式

①ダクト方式とする場合

・空気の経路となるダクトを通して給気や排気を行う方式で、効率の良い場所に給気口や排気口を設置できる方式です。

・ダクトや換気設備の本体を設置するためのスペースが天井裏に必要となります。

・ダクトの経路における梁の位置や照度分布に影響を与えないように照明器具の配置等を調整する必要があります。

②ダクト方式以外の場合

・壁やサッシに直接換気設備を取り付ける方式は、ダクトが不要で比較的簡便に設置できる方式です。

・天井裏にダクトや換気設備を設置するためのスペースがない場合や天井等の室内の改修工事を実施せず換気設備の設置のみを行う場合などに使用されます。

・サッシに取り付ける場合は、取付けパネルにより採光面積が減少するため採光面積の検討にも留意する必要があります。

c)換気回数の選定

機械換気設備による必要換気回数設定の考え方としては、建築基準法に基づくシックハウス対策に対応した換気回数や学校環境衛生の基準に基づいた二酸化炭素濃度等に対応した換気回数とする考え方があります。

①建築基準法に対応した換気回数とする場合（0.3 回/ｈ）

（第 1 章（４）1)改正建築基準法への対応参照）

・建築基準法に基づくシックハウス対策のための最低換気量を確保するための方式です。

・学校環境衛生の基準による換気回数を確保するためには、窓開けによる換気が確実に励行されるよう使用者に対して徹底する必要があります。

②学校環境衛生の基準の規定に対応した換気回数とする場合（幼稚園･小学校 2.2 回/h、中学校 3.2 回/h、高等学校等 4.4 回/h）（第 1 章（４）2)学校環境衛生の基準への対応参照）

・二酸化炭素濃度等の学校環境衛生の基準に基づく換気量を確保するための方式です。

・省エネルギーの観点から在室していない時は、換気量を減らすことができるように可変型の換気設備とする場合や複数台の換気設備を設置する場合もあります。

・換気量が大きくなるため、冬季の冷気対策等が必要となります。

d)各換気設備方式の配慮事項等について（小学校の例）

換気設備方式		第１種								第２種				第３種			
		全熱交換あり 注1		全熱交換なし		全熱交換あり 注1		全熱交換なし									
取付け方式		ダクト方式				ダクトなし（壁･サッシ取付）				ダクト方式		ダクトなし（壁･サッシ取付）		ダクト方式		ダクトなし（壁･サッシ取付）	
		静圧							雨水	静圧			雨水	静圧			
必要換気回数(回/h)		0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2	0.3	2.2
		窓開け		窓開け		窓開け		窓開け		窓開け		窓開け		窓開け		窓開け	
地域性	寒冷地域（Ⅰ～Ⅲ）	○	○	○ 予熱	△	○	○	○ 予熱	△	○ 予熱	△	○ 予熱	△	○ 予熱	○ 予熱	○ 予熱	○ 予熱
	一般地域（Ⅳ）	○	○	○	○ 予熱	○	○	○	○ 予熱	○	○ 予熱	○	○ 予熱	○	○ 予熱	○	○ 予熱
	暑熱地域（Ⅴ、Ⅵ）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
コスト	ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ	C	C	C	C	C	C	B	B	B	B	A	A	B	B	A	A
	ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ	C	C	C	C	C	C	B	B	C	C	A	A	C	C	A	A
備　考			注3		注3		注3		注3	注2	注3	注2	注3	注2	注3	注2	注3
計画事例図	頁	36		37		38		39		40		41		42		43	
	事例№	A-1-1	A-1-2	A-1-3	A-1-4	A-2-1	A-2-2	A-2-3	A-2-4	B-1-1	B-1-2	B-2-1	B-2-2	C-1-1	C-1-2	C-2-1	C-2-2

凡　例　　注1　：　必要有効換気量での選定が必要(P 9参照)

注2　：　建築基準法に基づく必要換気回数の算定に当たっては､換気経路となる廊下等を含めた算定が必要(P8参照)

注3　：　1台/室の場合は換気扇等からの騒音対策に配慮が必要(P16参照)

静　圧　：　ダクトによる圧力損失を考慮することが必要(22参照)

雨　水　：　給気側の雨水侵入の配慮が必要(P18参照)

窓開け　：　学校環境衛生の基準への対応として窓開け換気が必要(P 2参照)

予　熱　：　外気導入に当たり予熱や給気口の位置に配慮が必要(P15参照)

△　：　換気風量が大きい場合は、冬季の冷気対策上あまり好ましくないと考えられる。

ｲﾆｼｬﾙｺｽﾄ（設備設置費）：　A（低め）　←→　C（高め）

ﾗﾝﾆﾝｸﾞｺｽﾄ（運転費･ﾒﾝﾃﾅﾝｽ費）：　A（低め）　←→　C（高め）

※地域性の地域区分（Ⅰ～Ⅵ）は、巻末参考資料の「4.地域区分」（P56、57）を参照

（2）特別教室等における換気設備計画の立案

1)特別教室（音楽教室、図書室、コンピュータ教室、図画工作教室、視聴覚教室、理科教室等）における機械換気設備計画

特別教室は、一般教室と比べ、次のような特殊性を有するため、それに対応した換気計画が必要となります。

･屋外への騒音対策又は屋外騒音の影響緩和のために窓を開放しにくい

：窓を利用した換気が困難なため、機械換気設備によって必要換気量を充足させる必要があります。

･コンピュータ等の教育用設備の使用環境を整えるために冷房を行う必要がある

：窓を利用した換気が困難なため、機械換気設備によって必要換気量を充足させる必要があります。また、全熱交換型の換気設備を用いる等の省エネルギー対策の検討も必要です。

･普通教室にはない空気汚染物質が多量に発生する

：空気汚染物質の発生量に見合った換気量を確保する必要があります。

各特別教室の機械換気設備計画の考え方は以下のとおりです。

a）音楽教室、視聴覚教室

歌唱や楽器演奏等の場であることから、学校の立地条件によっては周囲への騒音防止のために窓を開放できない場合もあります。そうした場合には、収容人員に建築基準法で定めるところの 1 人当りの必要換気量 20m³/h を乗じた容量の機械換気設備を設置することが望ましい。

b）図書室

窓が開放できない条件下（例えば外部騒音等のため）においては、収容人員（座席数）に建築基準法で定めるところの 1 人当りの必要換気量 20m³/h を乗じた容量の機械換気設備を設置することが望ましい。また、書籍の印刷インク等からの揮発性有機化合物の発生の可能性があるため第 2 種機械換気設備の使用は避けることが必要です。

c）コンピュータ教室

電子機器類による発熱対策等として空調が設置されている場合には、収容人員に建築基準法で定めるところの 1 人当りの必要換気量 20m³/h を乗じた容量の機械換気設備を設置することが望ましい。また、省エネルギーの観点から第 1 種機械換気設備として全熱交換型の換気設備を用いることが望ましい。

d）図画工作教室、家庭教室、理科教室

絵具、接着剤、木材、燃焼機器等の教材･教具自体または、加工する時に空気汚染物質が生じる可能性があり、該当する場所から機械排気を行うことが望ましいと考えられます。他の居室と比較しても汚染物質の発生がより多いと推測されるので、第 2 種機械換気設備の使用は避ける必要があ

ります。また、屋外への排気箇所については、児童･生徒や近隣に対して支障のない場所を選ぶ必要があります。

e）その他の教室等空間

給食の配膳室等の食品が保管される場所については、食物の臭いが校舎内部に拡散することを防ぐ必要があり、排気設備を設けることにより対処することが望ましいと考えられます。

オープンスペース型教室の形式を採用する場合等で、明確な間仕切壁のない廊下については、普通教室部分と合わせて必要換気量を算定する必要があります。

建物の中でも部屋の用途によって必要換気量は異なります。例えば、調理を行う室の様に燃焼器具を使用する部屋では、大量の換気が必要になり、図画工作教室の様な部屋では、どの様な接着剤が使用されるかによって必要換気量は異なってきます。また、同じ目的の部屋でも、在室人数により必要換気量は異なります。

必要換気量は、汚染質の発生量が明らかで、その汚染質の許容濃度が分かっていれば次式で算出する事ができます。

$$Q = K / (Pa - Po)$$

Q：必要換気量（㎥／h）　　K：汚染質の発生量（ml／h）

Pa：汚染質の許容濃度(ppm)　　Po：外気の汚染質濃度(ppm)

2)体育館における機械換気設備計画

第 3 種ホルムアルデヒド発散建築材料（F☆☆☆）の使用量を床面積の 2 倍以下に抑えた場合、体育館の必要換気回数は､令 20 条の 5 第 1 項第三号により 0.3 回/h以上 0.5 回/h未満になります｡さらに、天井の高さによる緩和（告示 273 号）によると、天井高に応じて次のような必要換気回数の緩和が可能となります。

表 2-2　建築基準法に係る天井高による必要換気回数の緩和

天井の高さ(m)	3.5 以上 6.9 未満	6.9 以上 13.8 未満	13.8 以上
換気回数（回/h）	０．２	０．１	０．０５

したがって、天井高が 10mの体育館では機械換気の容量は０．１回/hとなります。

ちなみに、第 3 種ホルムアルデヒド発散建築材料（F☆☆☆）を床面積の 4 倍以下まで使用した場合には、天井高による緩和を加味して必要な機械換気設備の容量は０．２回/hとなります。(第１章（４）1）建築基準法への対応参照)

体育館の床面積を 700m^2、天井高を 10mと仮定すると、機械換気設備の容量は前者の条件で 700m^3/h、後者の条件で 1,400m^3/h となります。

機械換気設備の方式としては、第 1 種機械換気設備、第 2 種機械換気設備、第 3 種機械換気設備、いずれの方式も考えられます。

第１種機械換気設備を採用する場合においては、給気扇又はダクトの吹出し口の配置について、居住域（競技スペースや観客席等）に近く、かつ冬期において冷気による不快感の発生が避けられるような工夫が必要です。床面から３m程度の高さが設置のひとつの目安になります。

第２種機械換気設備を採用する場合においても、給気扇又はダクトの吹出し口の配置に関しては第１種機械換気設備と同様な工夫が必要です。排気口（排気用の開口部）の位置については、居住域がまんべんなく換気できるように、給気扇等との位置関係を考慮する必要があります。

第３種機械換気設備を採用する場合には、居住域の近くに給気口（給気用の開口部）を設けますが、冬期の侵入冷気の影響を抑えるために、床から３m程度の高さを目安に設置することが勧められます。排気扇又はダクトの吸込み口は、建物の上部に設けることによって煙突効果（暖かい屋内空気が上昇する効果）により効率よく換気をすることが可能になります。ただし、換気設備の点検や修理に不都合が生じないように、位置を考える必要があります。

また、床のワックスかけを行った直後等においては、通常より多量の換気を行う必要が生じることもあるため、窓開放による換気量の増加や余裕を持たせた機械換気設備の設置を検討する必要があります。

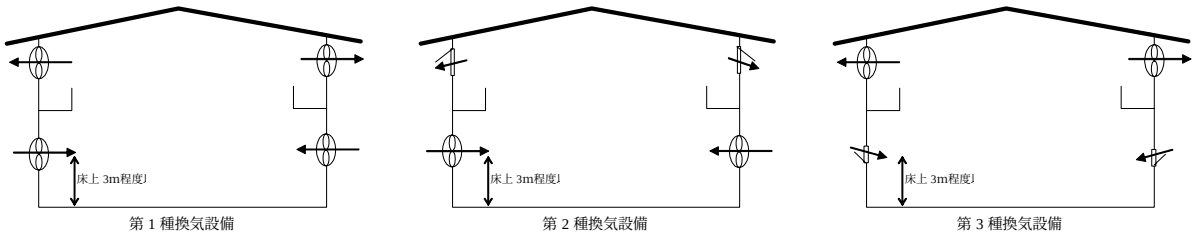


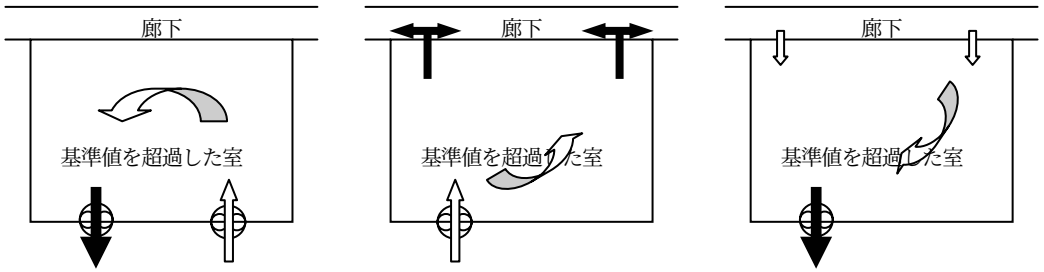
図 2-5　体育館における換気扇の設置例

（３）改修時の換気設備計画の立案

1)ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物が基準値を超えた場合の機械換気設備の設置について

ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物が基準値を超えた時の対策として機械換気設備を設置する場合は、その対象となる室から他の室への空気の流れに留意する必要があります。

基準値を超えた場合に設置する機械換気設備として、第２種機械換気設備の場合は、対象となる室以外の部分（廊下、便所等）が換気経路となるため望ましい方式とはいえません。第１種機械換気設備または、第３種機械換気設備とする方式が望ましいと考えられます。



(a)第１種機械換気設備とした場合の空気の流れのイメージ　(b)第２種機械換気設備とした場合の空気の流れのイメージ　(c)第３種機械換気設備とした場合の空気の流れのイメージ

図 2-6　換気方式による空気の流れの例

2)改修工事における換気設備計画の留意点

窓付きの換気設備とする場合は、取り付け用のパネル等により採光面積が減少することになるため、建築基準法の規定による採光面積が確保されているかどうかを確認する必要があります。

第２種機械換気設備で廊下等から排気する計画とする場合は、必要な排気量を確保できるか確認する必要があります。

第３種機械換気で廊下等から給気する計画とする場合は、必要な給気量を確保できるか確認する必要があります。

既設学校内の新増改築･改修工事に当たっては、工事実施に伴い、児童生徒や教職員等に有害な化学物質の放散による影響を及ぼさないように、工事実施時期や工事区域の設定等に配慮することが大切です。

また、仮校舎等の仮設建物についても、有害な化学物質に対し、新増築する建物等と同様の配慮を行うことが大切です。

第３章　換気設備の施工監理時の留意点

換気設備の施工監理時には、設置された換気設備が設計図書で指定された仕様や施工方法で施工されているかの確認や固定状況の確認等を現場で行う必要があります。

1)換気設備が設計図書等で指定されたものであるかの確認

- ･設計図書（仕様書）等で指定した製品と一致しているか。（屋外フード等の部材を含む）
- ･製品（スイッチ等も含む）や点検口の設置位置が設計図書（設備図面）と一致しているか。
- ･ダクト配管状況、断熱工事の施工状況が換気扇等のメーカーの製品仕様書等に記載された内容と一致しているか。
- ･絶縁処置など電気配線工事は設計図書（仕様書、内線規定）及びメーカーの製品仕様書と一致しているか。
- ･点検スペースの確保等日常点検及び定期点検上支障がないスペースが確保されているか。

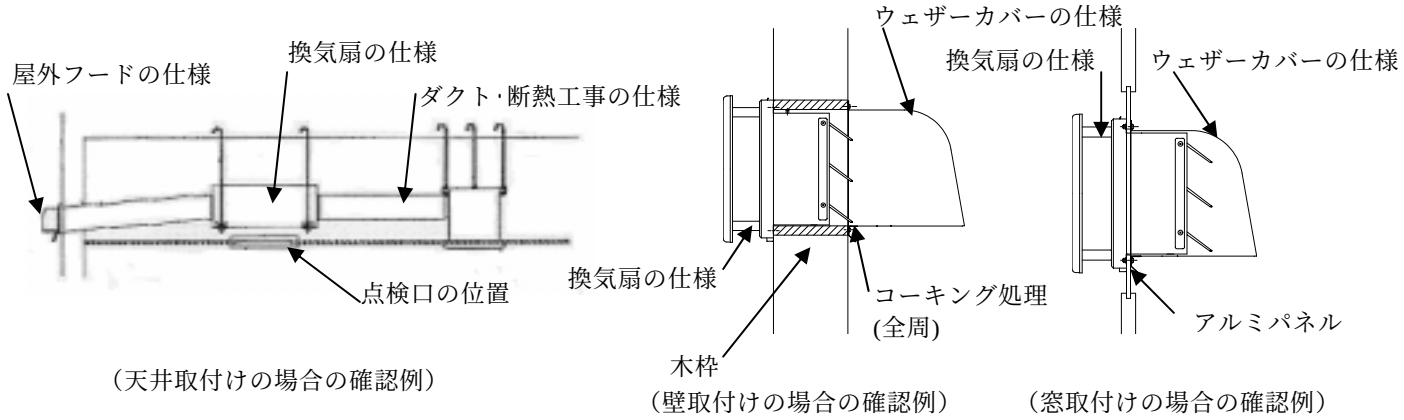


図 3-1　換気設備の仕様等の確認例

2)換気設備の固定状況の確認

- ･製品仕様書との整合（吊ボルト仕様等）が取れているか。
- ･固定ナット等の処理が確実に実施されているか。
- ･点検時等、製品に外力が加わった場合でも安全な固定状態となっているか。

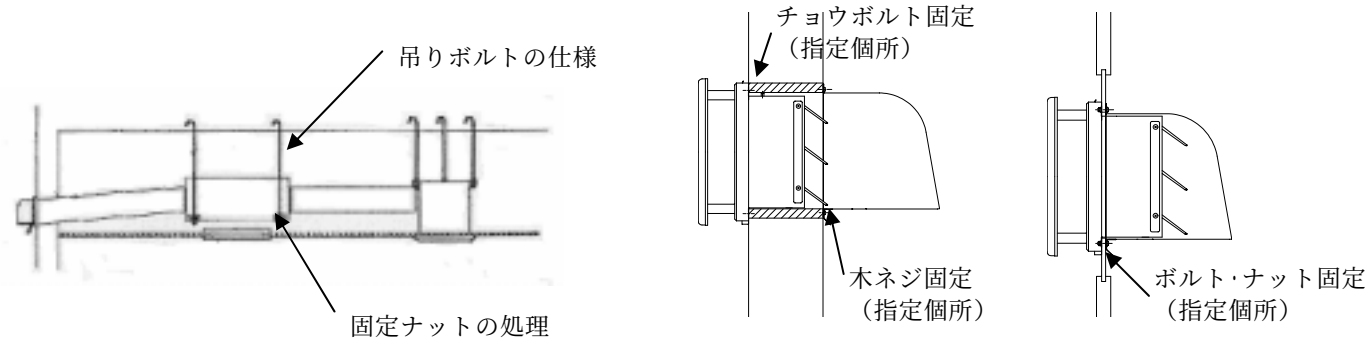


図 3-2　換気設備の固定状況の確認例

第４章　換気設備の維持管理及び運用時の留意点

（１）換気設備の定期点検･清掃方法

換気設備には、ホコリや虫などを除去するために網やフィルターが一般的に用いられているとともにファンやモーター等の回転部が設けられています。必要換気量を維持するためには、定期的な点検や清掃が必要です。

1)換気設備の定期点検

表 4-1 は、換気設備の定期点検時に実施することが望ましい項目についてまとめたものです。なお、具体的な点検方法についてはそれぞれの換気設備の取扱説明書に基づいて行う必要があります。

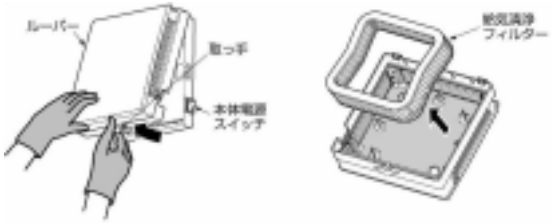
表 4-1　換気設備の点検項目等

換気設備	壁取付けタイプ（パイプファン、プロペラ形換気扇、熱交換形換気扇等） 天井取付タイプ（天井埋込形換気扇、熱交換形換気扇、熱交換気ユニット等）						
点検周期	日常 （１回／月程度）		定期点検 （１回／６ヵ月）				
点検者	教職員等		専門家、教育委員会の学校管理者等				
点検部位	外観		外観		ファン･モーター		熱交換素子 フィルター等
点検内容	汚れ 具合	運転音	汚れ 具合	異常な 騒音	異常な 発熱	異常な 振動	汚れ具合
判定方法	目視	聴感	目視	聴感	触手	触手	目視

2)清掃方法

表 4-2～4-6 は、主な換気設備の取り付けタイプ別の清掃部位、部品の取外し･取付け方法や清掃方法例についてまとめたものです。なお、詳細な清掃方法については、それぞれの換気設備の取扱説明書に基づいて行う必要があります。

表 4-2　壁取付けタイプ（パイプファン）の場合の清掃方法例

清掃周期	１回／月程度
清掃部位 取外し方法	• ルーバー（パネル、グリルなど）やフィルターを清掃します。 

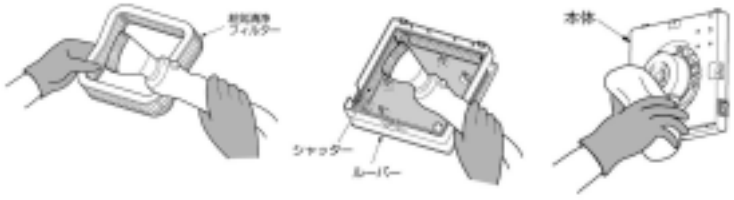
清掃方法 取付け方法	• フィルター、ルーバーなどのほこりを掃除機で汚れを吸い取ります。 また、台所用中性洗剤を浸した布でほこりをふき取った後、からぶきをして水気をよくふき取ります。  ･清掃した部品を元どおりに取付けます。

表 4-3　壁取付けタイプ（熱交換形換気扇）の場合の清掃方法例

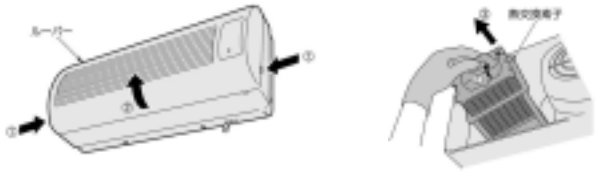
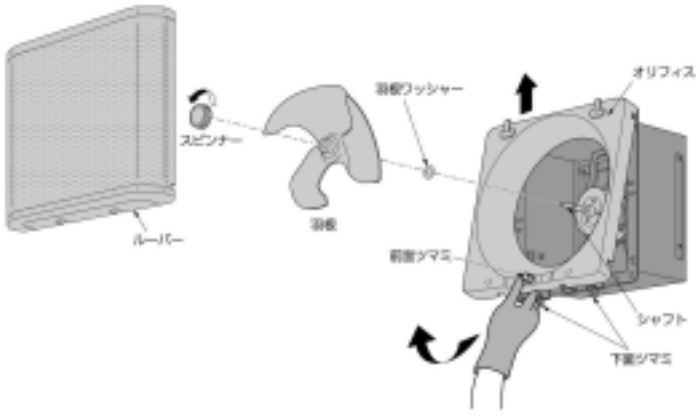
清掃周期	１回／月程度
清掃部位 取外し方法	• ルーバー（パネル、グリルなど）や熱交換素子、フィルターを清掃します。 
清掃方法 取付け方法	･熱交換素子、フィルター、ルーバーなどのほこりを掃除機で汚れを吸い取ります。 ･清掃した部品を元どおりに取付けます。

表 4-4　壁取付けタイプ（プロペラ形換気扇）の場合の清掃方法例

清掃周期	１回／月程度
清掃部位 取外し方法	• ルーバー、羽根、オリフィス等を清掃します。 

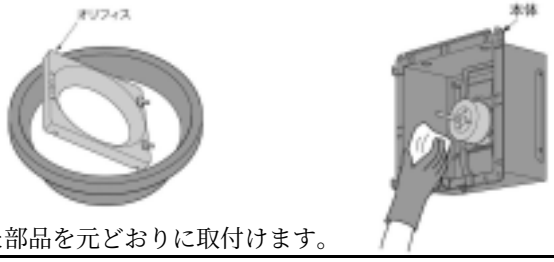
清掃方法 取付け方法	• 台所用中性洗剤を溶かしたぬるま湯で洗ったり、布に浸してほこりをふき取った後、からぶきをして水気をよくふき取ります。  ·清掃した部品を元どおりに取付けます。

表 4-5　天井取付けタイプ（天井埋込形換気扇、熱交換形換気扇等）の場合の清掃方法例

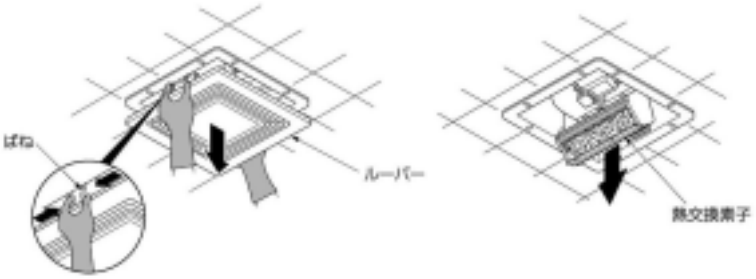
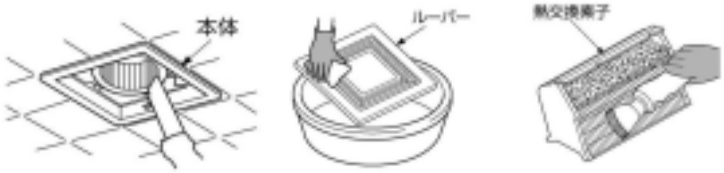
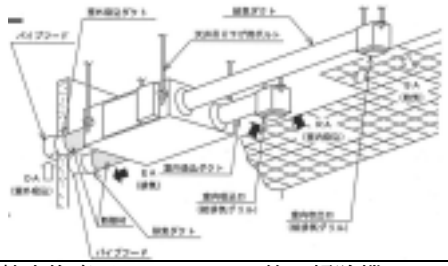
清掃周期	1回／月程度
清掃部位 取外し方法	• ルーバーや熱交換素子、フィルター等を清掃します。 
清掃方法 取付け方法	• 本体や熱交換素子やフィルター等は掃除機でほこりを吸い取ります。 ルーバーは台所用中性洗剤を溶かしたぬるま湯で洗ったり、布に浸してほこりをふき取った後、からぶきをして水気をよくふき取ります。  ·清掃した部品を元どおりに取付けます。

表 4-6　天井取付けタイプ（熱交換気ユニット等）の場合の清掃方法例

清掃周期	1回／月程度
清掃部位 取外し方法	• グリルや点検口を開けて熱交換素子、フィルター等を清掃します。 
清掃方法 取付け方法	• 熱交換素子やフィルター等は掃除機でほこりを吸い取ります。 ·清掃した部品を元どおりに取付けます。

（２）施設の利用時における換気設備の運転について

1)シックハウス対策としての換気設備の運転

･換気設備は連続運転が原則です。

･換気設備のスイッチは容易に停止されないものとする必要があります。

（スイッチの例）

･切りボタンにカバーを設けたもの

･長押しでＯＦＦとなるもの

･タイマーで一時停止し、自動復帰するもの

･常時運転すべきことを指示する注意書きの貼り付けてあるもの

等があります。

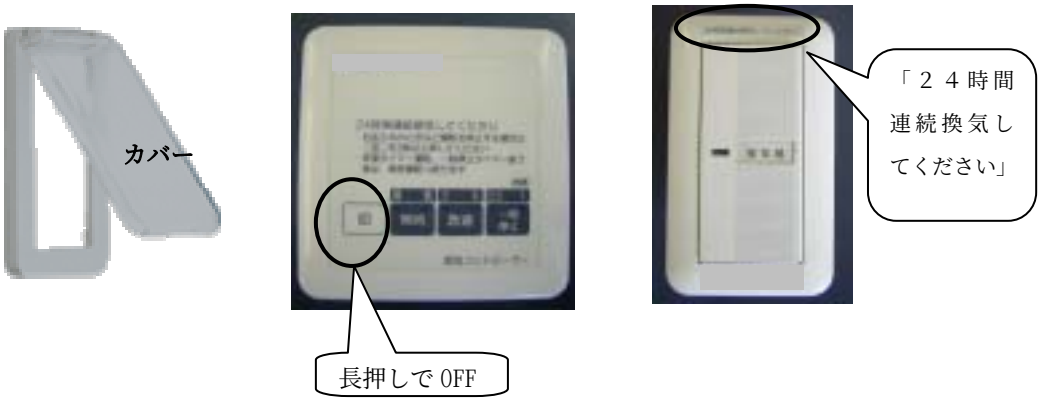


図 4-1　換気設備のスイッチの例

2)換気設備運転時の留意事項

･冷暖房時は窓を閉めて換気設備を運転させることが必要です。

･冷暖房の必要のない時期は窓を開けての自然換気も考えられます。窓開けにより十分な換気量が得られる場合には、換気設備の運転を停止することは可能です。

また、夜間や長期休暇等、人の不在時も換気設備の運転を停止することが考えられます。ただし、停止時には相対的にホルムアルデヒド等が高濃度になる場合があるので、教室の使用時（授業開始の１時間前から授業終了時まで）には基準値以下のレベルまで速やかに換気できるための措置（使用前の換気や大風量の換気等やこれらを制御するタイマー装置等）を講じることが必要です。

･外部で塗装工事等を行う場合には、それらが教室内に流入しないように、一時的に近くに設置されている換気設備の停止、換気口や開口部の閉鎖を行う等の配慮が必要です。

（３）換気経路の確保について

室内の空気の流れを適切につくるためには、吹出し口や吸込み口の付近や空気の流れを妨げる場所に家具や掲示物などを置かないようにすることが必要です。

◇機械換気設備の計画事例

1)計画事例の教室の設定条件

学校の種別：小学校

教室の種類：普通教室

教室の形状：片廊下型の教室

教室の大きさ等：床面積６０㎡、天井高３m、容積１８０m³

その他：廊下・トイレ容積４００㎥

特別教室（理科教室・図画工作教室・家庭教室）容積１８０㎥×３室

2)普通教室における換気方式検討図

				掲載頁
① 第１種機械換気設備				
・ダクト方式	全熱交換あり	０．３回／ｈ換気 ……	Ａ－１－１	36
・ 〃	〃	２．２回／ｈ換気 ……	Ａ－１－２	
・ 〃	全熱交換なし	０．３回／ｈ換気 ……	Ａ－１－３	37
・ 〃	〃	２．２回／ｈ換気 ……	Ａ－１－４	
・ダクトなし（窓・壁取付）	全熱交換あり	０．３回／ｈ換気 ……	Ａ－２－１	38
・ 〃	〃	２．２回／ｈ換気 ……	Ａ－２－２	
・ 〃	全熱交換なし	０．３回／ｈ換気 ……	Ａ－２－３	39
・ 〃	〃	２．２回／ｈ換気 ……	Ａ－２－４	
② 第２種機械換気設備				
・ダクト方式		０．３回／ｈ換気 ……	Ｂ－１－１	40
・ 〃		２．２回／ｈ換気 ……	Ｂ－１－２	
・ダクトなし（窓・壁取付）		０．３回／ｈ換気 ……	Ｂ－２－１	41
・ 〃		２．２回／ｈ換気 ……	Ｂ－２－２	
③ 第３種機械換気設備				
・ダクト方式		０．３回／ｈ換気 ……	Ｃ－１－１	42
・ 〃		２．２回／ｈ換気 ……	Ｃ－１－２	
・ダクトなし（窓・壁取付）		０．３回／ｈ換気 ……	Ｃ－２－１	43
・ 〃		２．２回／ｈ換気 ……	Ｃ－２－２	

普通教室における換気方式・ダクト取付（天井埋込型全熱交換器方式）　第１種機械換気設備 ｜ Type A-1-1 ～ A-1-2

《基本的考え方》

・普通教室及び空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室、トイレ等は、外部からの給気を廊下等を経由して各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・機器の位置は、ダクトの経路が小梁貫通をしないことや照度分布等に影響を与えないよう照明器具の配置を考慮した位置とする。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の向きに留意する。
・2.2 回/h 換気とする場合は、0.3 回/h の運転モードを有する風量可変式とすることが望ましい。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。

《普通教室における必要換気量の計算》

A-1-1　0.3 回/h 換気
必要換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

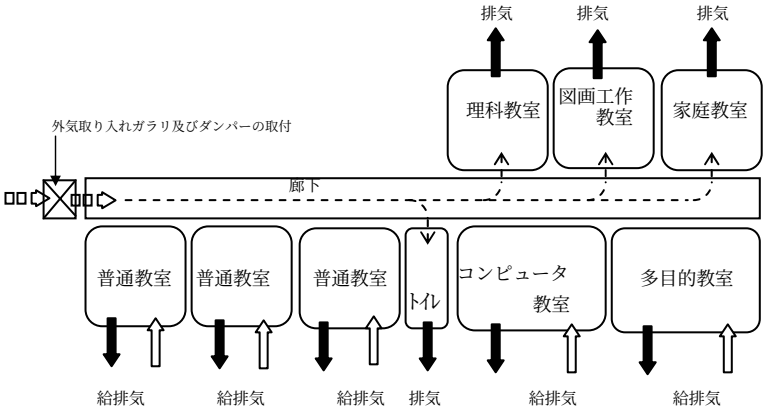
※理科教室、図画工作教室、家庭教室の建築基準法に基づく必要換気量の計算に際しては、廊下･トイレ部分を含めた計算が必要。
※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を理科教室等の換気量より大きくする必要がある。
必要換気量：（180m³×３室＋400m³）×0.3 回/h　＝　282m³/h
（理科教室等　廊下･ﾄｲﾚ）
理科教室等の換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h
トイレの換気量　　：282m³/h-(54m³/h×3)＝120m³/h

A-1-2　2.2 回/h 換気
必要換気量：（40 人×10m³/h＋1 人×20m³/h）＝420m ³/h
（児童　　教師）

《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、ダクト等の圧力損失や全熱交換器の有効換気量率等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

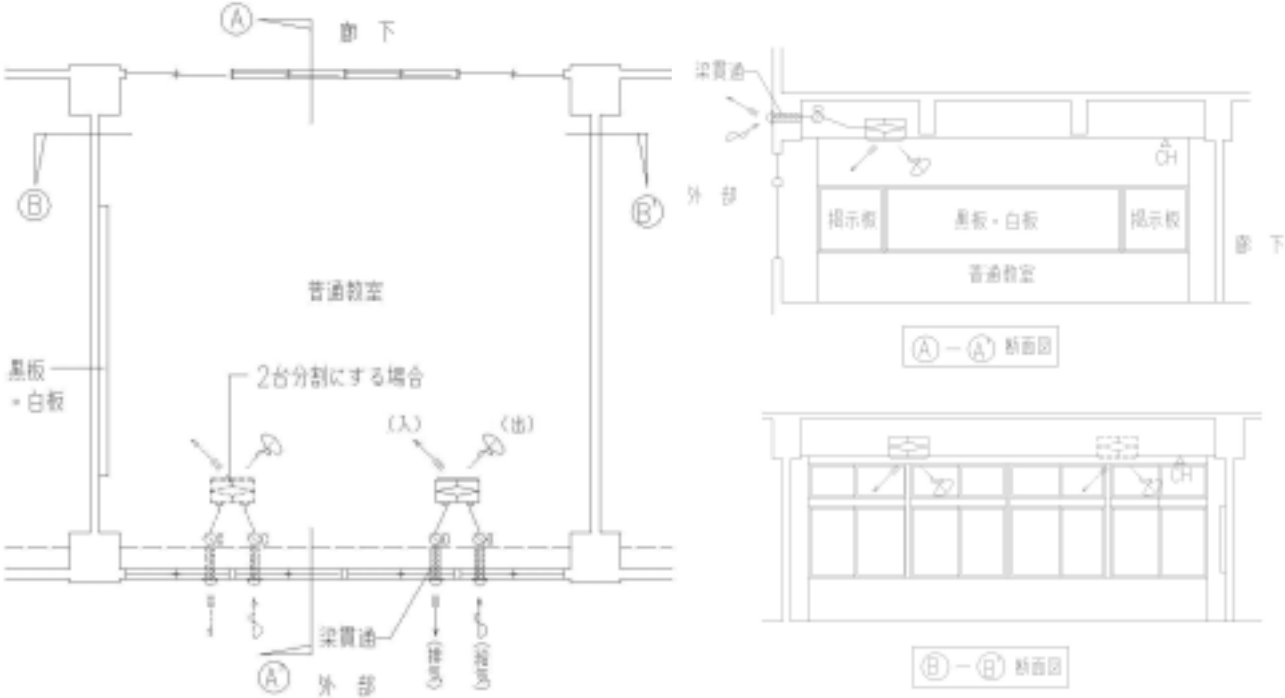
《校舎全体の換気計画例》



凡　例

	全熱交換器(平面、断面)
	給排気ﾌｰﾄﾞ(ﾍﾞﾝﾄﾞｷｬｯﾌﾟ)
	連動ダンパー
	ダクト

《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・ダクト取付（天井換気扇方式）

第１種機械換気設備 ｜ Type A-1-3 ～ A-1-4

《基本的考え方》

・普通教室及び空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室、トイレ等は、外部からの給気を廊下等を経由して各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・機器の位置は、ダクトの経路が小梁貫通をしないことや照度分布等に影響を与えないよう照明器具の配置を考慮した位置とする。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の位置に留意する。
・2.2 回/h 換気とする場合は、0.3 回/h の運転モードを有する風量可変式とすることが望ましい。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。
・換気設備の容量の選定の際には、ダクトの圧力損失を考慮する必要がある。

《普通教室における必要換気量の計算》

A-1-3　0.3 回/h 換気

必要換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

※理科教室、図画工作教室、家庭教室の建築基準法に基づく必要換気量の計算に際しては、廊下･トイレ部分を含めた計算が必要。

※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を理科教室等の換気量より大きくする必要がある。

必要換気量：（180m³×３室（理科教室等）＋400m³（廊下･ﾄｲﾚ））×0.3 回/h　＝　282m³/h

理科教室等の換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

トイレの換気量　　：282m³/h-(54m³/h×3)＝120m³/h

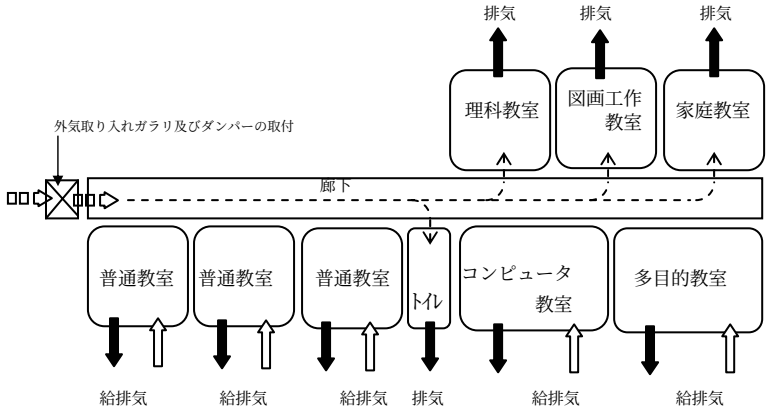
A-1-4　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×10m³/h（児童）＋1 人×20m³/h（教師））＝420m³/h

《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、ダクト等の圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

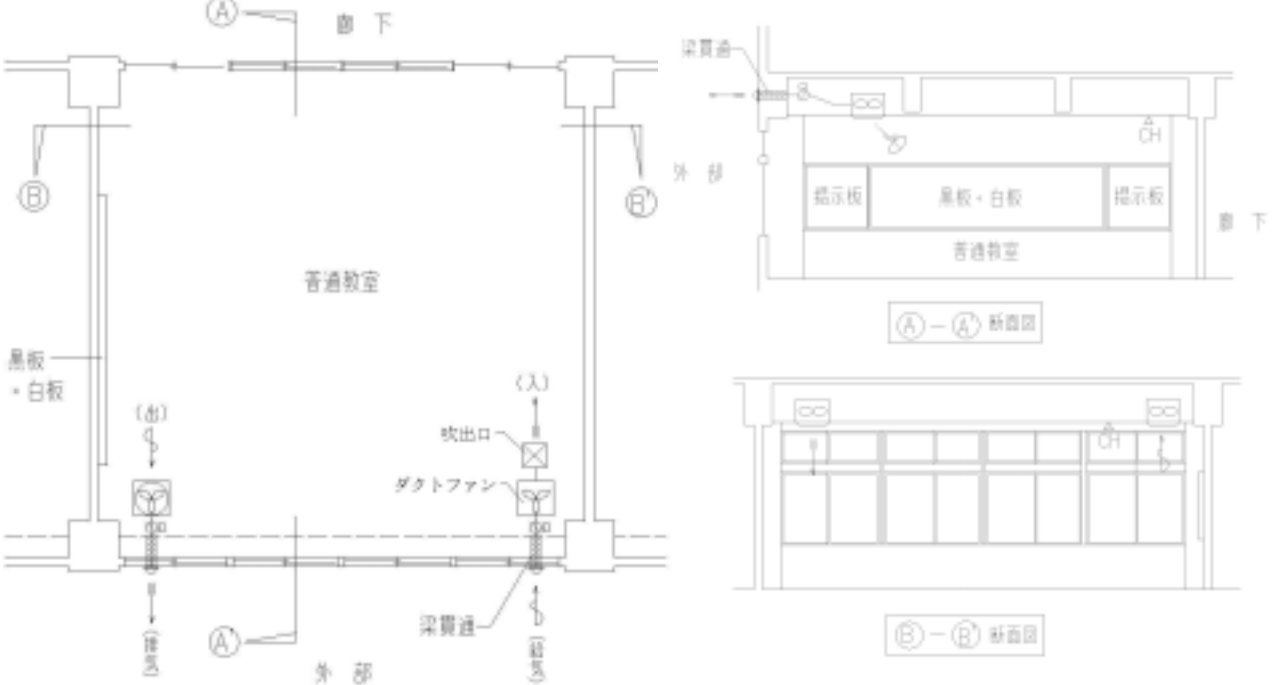
《校舎全体の換気計画例》



凡　例

	天井付換気扇(平面､断面)
	給排気ﾌｰﾄﾞ(ﾍﾞﾝﾄﾞｷｬｯﾌﾟ)
	連動ダンパー
	ダクト

《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・窓取付（天吊露出型全熱交換器方式）

第１種機械換気設備 ｜ Type A-2-1 ～ A-2-2

《基本的考え方》

・普通教室及び空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室、トイレ等は、外部からの給気を廊下等を経由して各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・建築基準法上の採光面積をチェックすること。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の向きに留意する。
・2.2 回/h 換気とする場合は、0.3 回/h の運転モードを有する風量可変式とすることが望ましい。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。
・換気設備の容量の選定の際には、ダクトの圧力損失を考慮する必要がある。

《普通教室における必要換気量の計算》

A-2-1　0.3 回/h 換気

必要換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

※理科教室、図画工作教室、家庭教室の建築基準法に基づく必要換気量の計算に際しては、廊下･トイレ部分を含めた計算が必要。

※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を理科教室等の換気量より大きくする必要がある。

必要換気量：（180m³×３室（理科教室等）＋400m³（廊下･ﾄｲﾚ））×0.3 回/h　＝　282m³/h

理科教室等の換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

トイレの換気量　　：282m³/h-(54m³/h×3)＝120m³/h

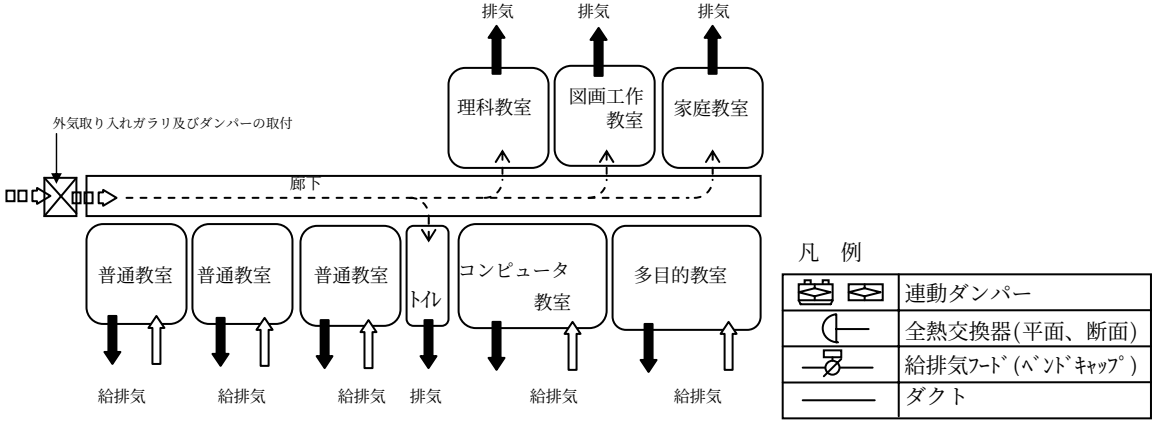
A-2-2　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×10m³/h（児童）＋1 人×20m³/h（教師））＝420m ³/h

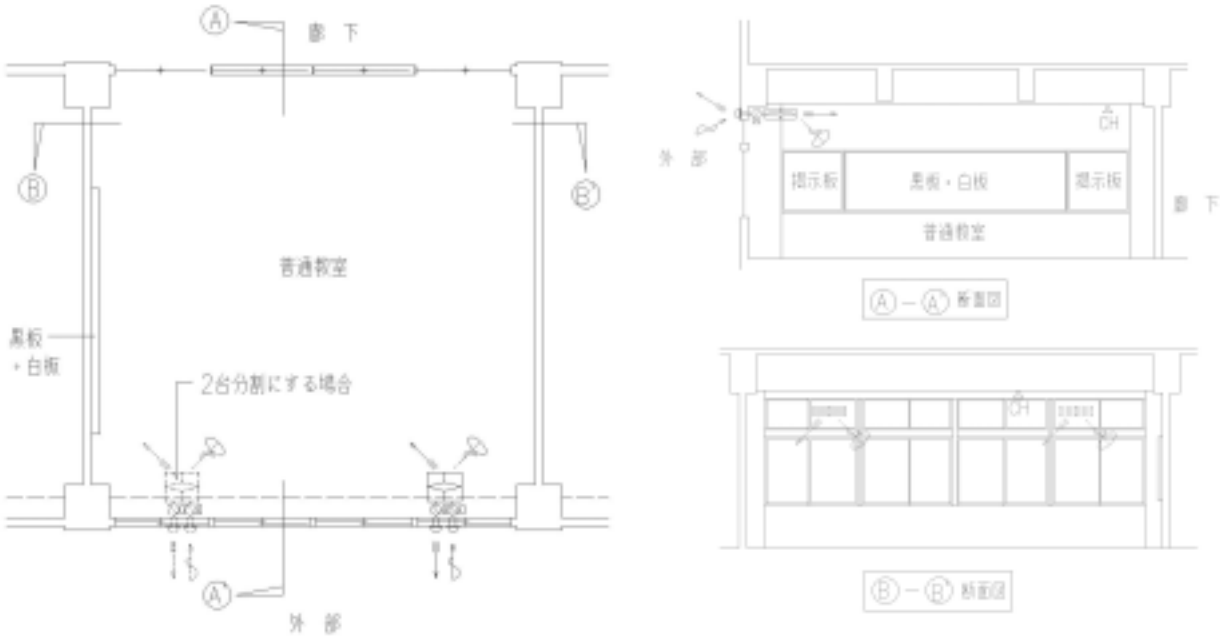
《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、フードの圧力損失や全熱交換器の有効換気量率等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

《校舎全体の換気計画例》



《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・窓取付（壁付き換気扇方式）

第１種機械換気設備 ｜ Type A-2-3 ～ A-2-4

《基本的考え方》

・普通教室及び空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室、トイレ等は、外部からの給気を廊下等を経由して各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・建築基準法上の採光面積をチェックすること。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の位置に留意する。
・2.2 回/h 換気とする場合は、0.3 回/h の運転モードを有する風量可変式とすることが望ましい。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。

《普通教室における必要換気量の計算》

A-2-3　0.3 回/h 換気

必要換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

※理科教室、図画工作教室、家庭教室の建築基準法に基づく必要換気量の計算に際しては、廊下･トイレ部分を含めた計算が必要。
※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を理科教室等の換気量より大きくする必要がある。

必要換気量：（180m³×３室＋400m³）×0.3 回/h　＝　282m³/h
（理科教室等　廊下･ﾄｲﾚ）

理科教室等の換気量：180m³×0.3 回/h＝54m³/h

トイレの換気量　　：282m³/h-(54m³/h×3)＝120m³/h

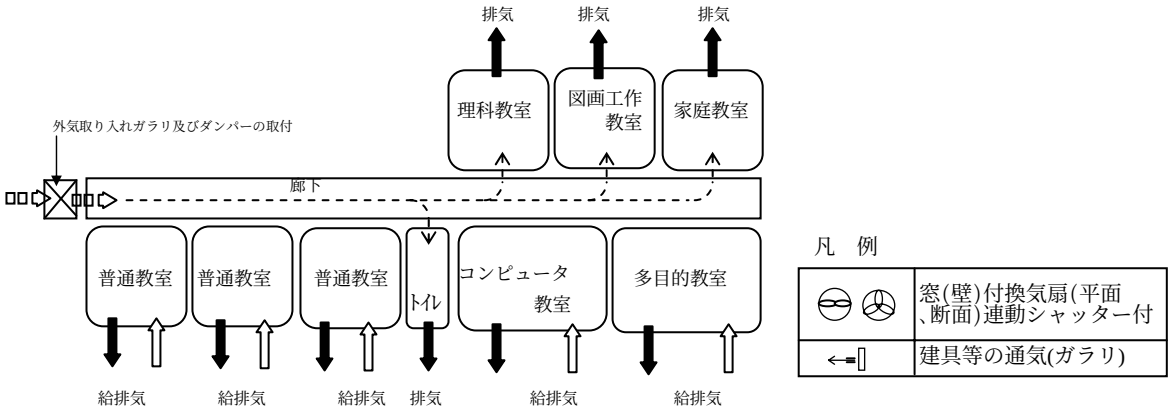
A-2-4　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×10m³/h＋1 人×20m³/h）＝420m ³/h
（児童　教師）

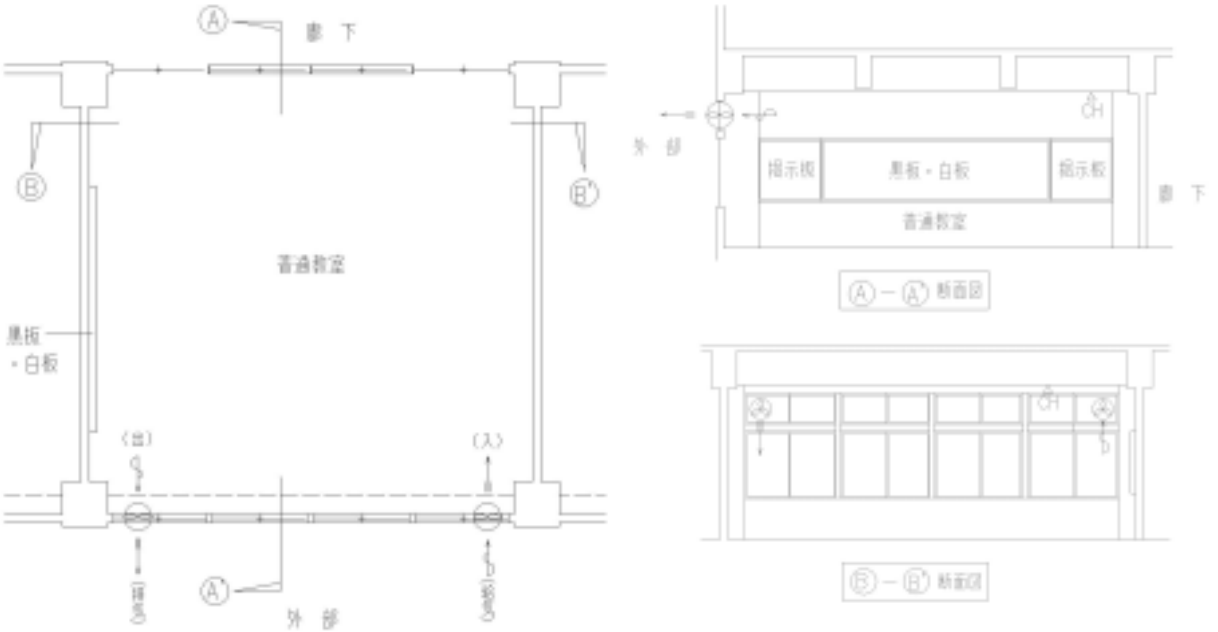
《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、フードの圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

《校舎全体の換気計画例》



《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・ダクト取付（天井換気扇方式）

第２種機械換気設備 ｜ Type B-1-1 ～ B-1-2

《基本的考え方》

・普通教室から外気を取り入れ、廊下等を経由して廊下の排気ガラリ及びトイレから排気する。（第２種機械換気設備）
・空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室は、各室に給気口を設けて外部から自然給気（寒冷地においては、予熱を行う等の対策に配慮する必要がある。）をし、各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・機器の位置は、ダクトの経路が小梁貫通をしないことや照度分布等に影響を与えないよう照明器具の配置を考慮した位置とする。
・コールドドラフトを生じないよう暖房設備との組み合わせに工夫が必要。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の向きに留意する。
・排気ガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。
・換気設備の容量の選定の際には、ダクトの圧力損失を考慮する必要がある。

《普通教室における必要換気量の計算》

B-1-1　0.3 回/h 換気

必要換気量：(180m³×３室＋400m³) ×0.3 回/h ＝ 282m³/h
（180m³×３室：普通教室　400m³：廊下･ﾄｲﾚ）

282m³/h÷３室＝94m³/h

※廊下･トイレが換気経路となるため必要換気量の計算は、廊下･トイレの容積を含めた計算となる。

※特別教室（理科教室等）の給気を廊下から取る方式とする場合は、建築基準法に基づく必要換気量(0.3 回/h 換気)の計算に際して、特別教室の容積を加えて、普通教室の必要換気量の計算をする必要がある。

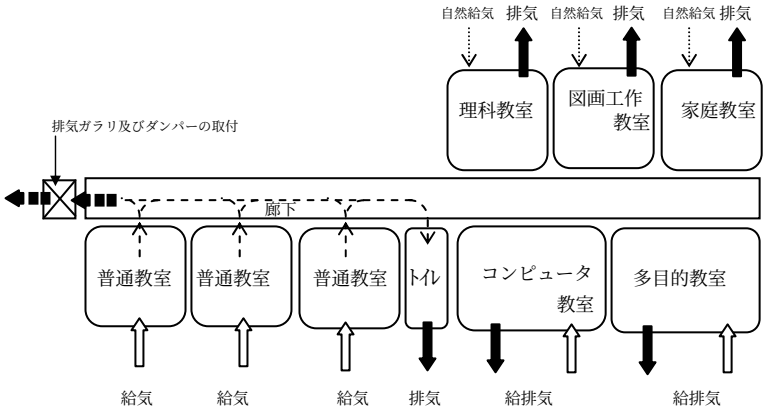
B-1-2　2.2 回/h 換気

必要換気量：(40 人×10m³/h＋1 人×20m³/h) ＝420m ³/h
（40 人×10m³/h：児童　1 人×20m³/h：教師）

《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、ダクト等の圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

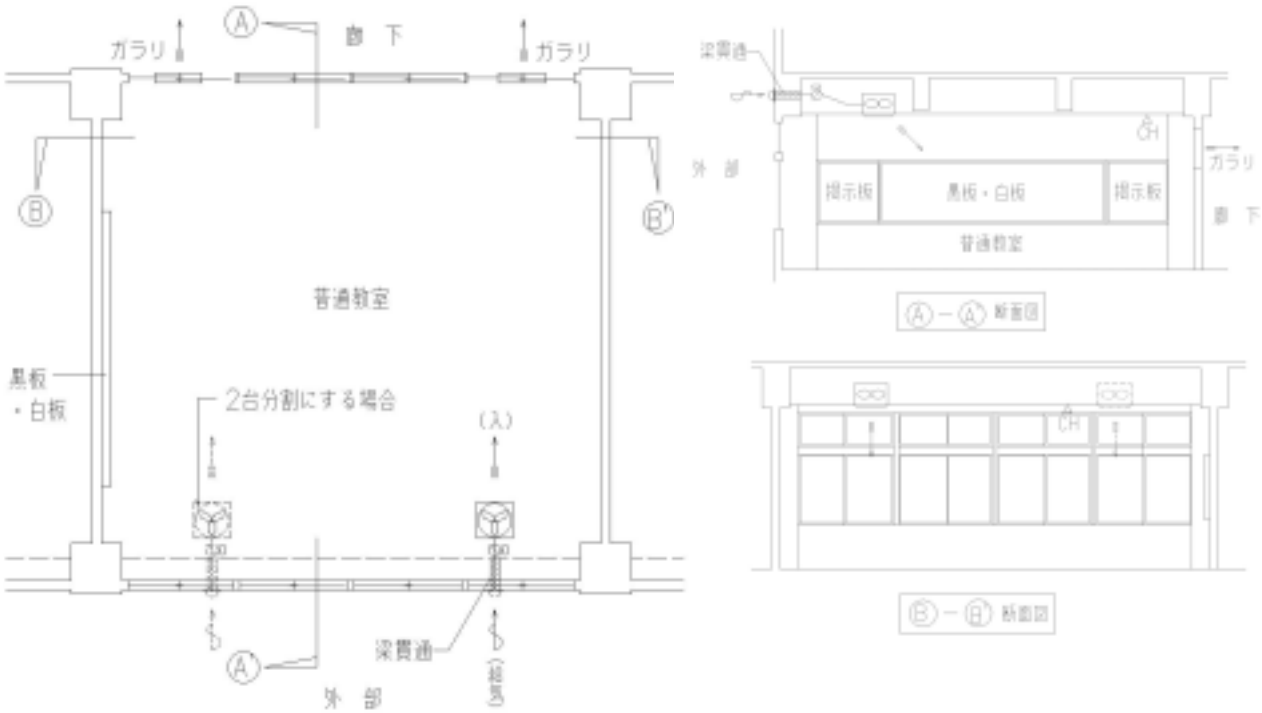
《校舎全体の換気計画例》



凡　例

	天井付換気扇(平面､断面)
	建具等の通気(ガラリ)
	給排気ﾌｰﾄﾞ(ﾍﾞﾝﾄﾞｷｬｯﾌﾟ)
	連動ダンパー
	ダクト

《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・窓取付（壁付き換気扇方式）

第２種機械換気設備 ｜ Type B-2-1 ～ B-1-2

《基本的考え方》

・普通教室から外気を取り入れ、廊下等を経由して廊下の排気ガラリ及びトイレから排気する。（第２種機械換気設備）
・空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）
・理科教室、図画工作教室、家庭教室は、各室に給気口を設けて外部から自然給気（寒冷地においては、予熱を行う等の対策に配慮する必要がある。）をし、各室から排気する。（第３種機械換気設備）

《留　意　点》

・建築基準法上の採光面積をチェックすること。
・機器の位置は、ダクトの経路が小梁貫通をしないことや照度分布等に影響を与えないよう照明器具の配置を考慮した位置とする。
・コールドドラフトを生じないよう暖房設備との組み合わせに工夫が必要。
・ショートサーキットを生じないよう給排気の向きに留意する。
・排気ガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。

《普通教室における必要換気量の計算》

B-2-1　0.3 回/h 換気

必要換気量：（180m³×３室＋400m³）×0.3 回/h　＝　282m³/h
普通教室　廊下･ﾄｲﾚ

282m³/h÷３室＝94m³/h

※廊下･トイレが換気経路となるため必要換気量の計算は、廊下･トイレの容積を含めた計算となる。
※特別教室（理科教室等）の給気を廊下から取る方式とする場合は、建築基準法に基づく必要換気量(0.3 回/h 換気)の計算に際して、特別教室の容積を加えて、普通教室の必要換気量の計算をする必要がある。

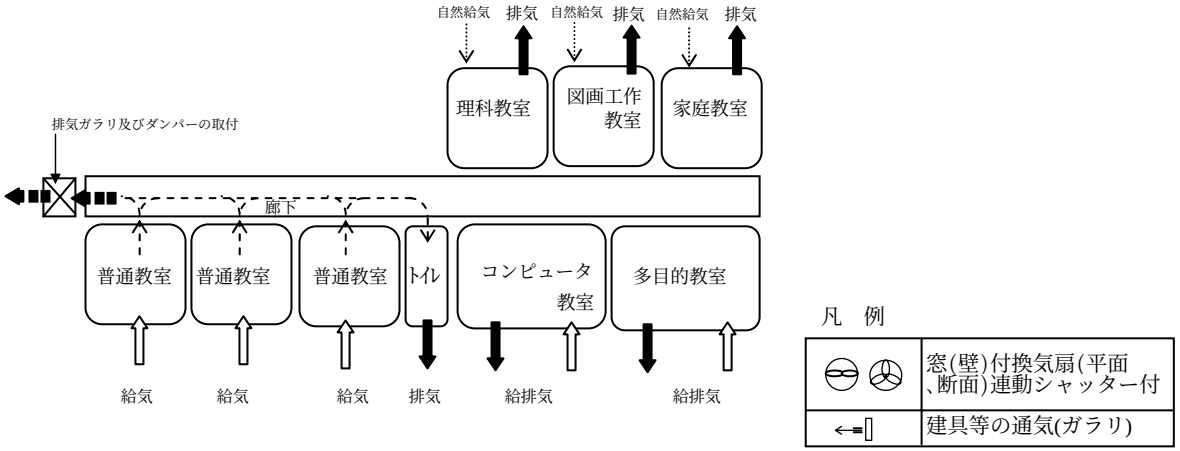
B-2-2　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×10m³/h＋1 人×20m³/h）＝420m ³/h
児童　教師

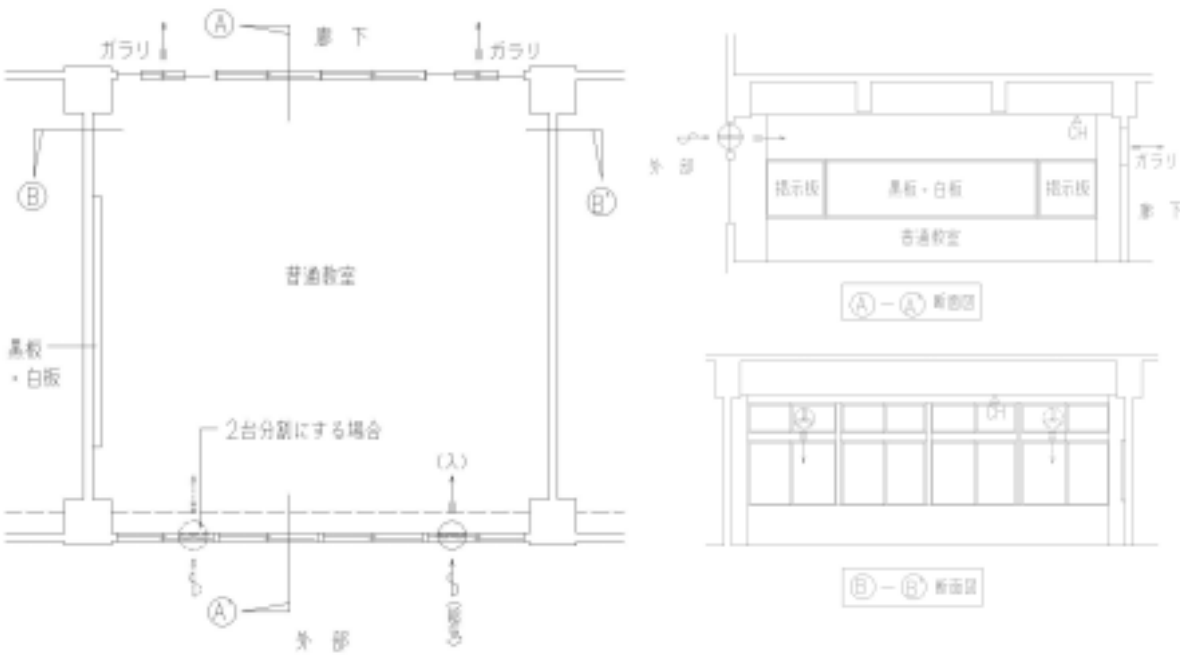
《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、フードの圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

《校舎全体の換気計画例》



《普通教室における換気計画例》



普通教室における換気方式・ダクト取付（天井換気扇方式）

第３種機械換気設備 ｜ Type C-1-1 ～ C-1-2

《基本的考え方》

・外気取り入れガラリから給気された外気が、廊下等を経由して普通教室、理科教室、図画工作教室、家庭教室及びトイレから排気される。（第３種機械換気設備）
・空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）

《留　意　点》

・機器の位置は、ダクトの経路が小梁貫通をしないことや照度分布等に影響を与えないよう照明器具の配置を考慮した位置とする。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取り入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。
・換気設備の容量の選定の際には、ダクトの圧力損失を考慮する必要がある。

《普通教室における必要換気量の計算》

C-1-1　0.3 回/h 換気

※廊下･トイレを換気経路として、普通教室･特別教室（理科教室等）の換気が一体となるため必要換気量の計算は、普通教室･特別教室･廊下･トイレの容積を含めた計算が必要。
※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を普通教室や理科教室等の換気量より大きくする必要がある。

全体の必要換気量：
（$180m^3$×3 室＋$180m^3$×3 室＋$400m^3$）×0.3 回/h＝$444m^3/h$
普通教室　理科教室等　廊下･ﾄｲﾚ

教室普通、理科教室等の必要換気量：$180m^3$×0.3 回/h＝$54m^3/h$

トイレの換気量：$444m^3/h$－（$54m^3/h$×6）＝$120m^3/h$

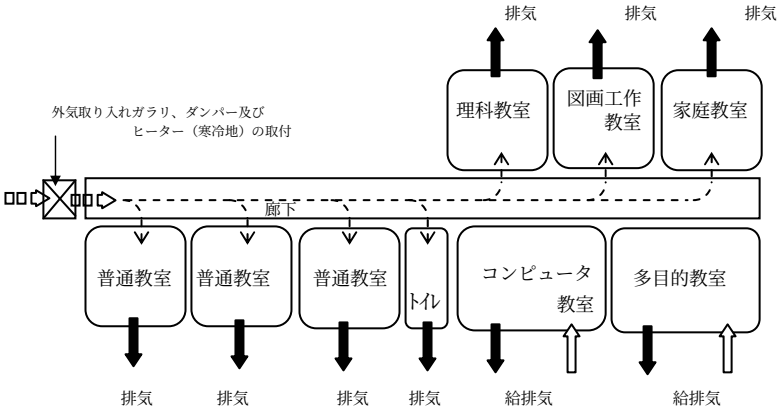
C-1-2　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×$10m^3/h$＋1 人×$20m^3/h$）＝$420m^3/h$
児童　教師

《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、ダクト等の圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

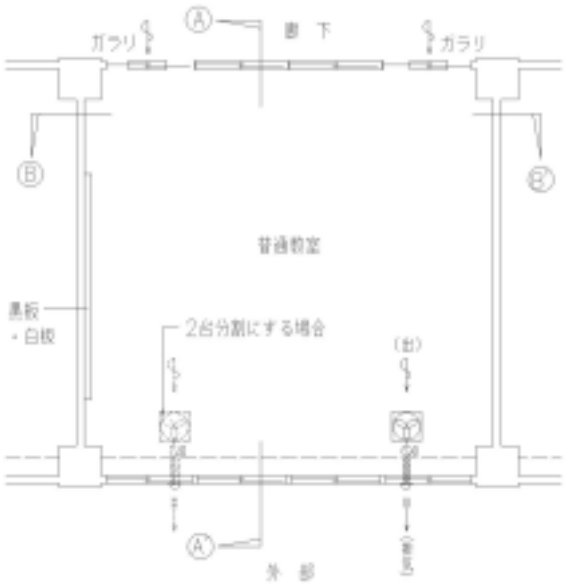
《校舎全体の換気計画例》

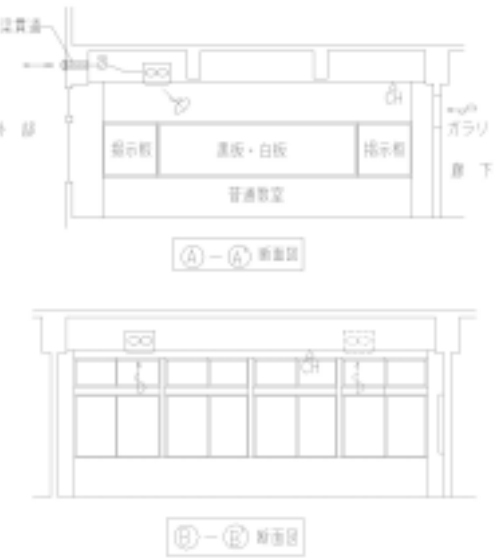


凡　例

	天井付換気扇(平面､断面)
	建具等の通気(ガラリ)
	給排気ﾌｰﾄﾞ(ﾍﾞﾝﾄﾞｷｬｯﾌﾟ)
	連動ダンパー
	ダクト

《普通教室における換気計画例》





普通教室における換気方式・窓取付（壁付き換気扇方式）

第３種機械換気設備 ｜ Type C-2-1 ～ C-2-2

《基本的考え方》

・外気取り入れガラリから給気された外気が、廊下等を経由して普通教室、理科教室、図画工作教室、家庭教室及びトイレから排気される。（第３種機械換気設備）
・空調設備が設置されている室（ｺﾝﾋﾟｭｰﾀ教室、多目的教室）は、各室毎に給排気を行う。（第１種機械換気設備）

《留　意　点》

・建築基準法上の採光面積をチェックすること。
・寒冷地の場合には、外気取入れ口にヒーターを設置する等の対策が必要。
・外気取り入れガラリのダンパーは教室等を使用している時（換気設備運転時）は開放し、夜間等で教室等を使用していない時（換気設備停止時）は閉鎖する。

《普通教室における必要換気量の計算》

C-2-1　0.3 回/h 換気

※廊下･トイレを換気経路として、普通教室･特別教室（理科教室等）の換気が一体となるため必要換気量の計算は、普通教室･特別教室･廊下･トイレの容積を含めた計算が必要。
※トイレから廊下への空気の流出を防ぐため、廊下部分の換気量をトイレの換気で負担するなど、トイレの換気量を普通教室や理科教室等の換気量より大きくする必要がある。

全体の必要換気量：
（$180m^3$×3 室（普通教室）＋$180m^3$×3 室（理科教室等）＋$400m^3$（廊下･ﾄｲﾚ））×0.3 回/h＝$444m^3/h$

教室普通、理科教室等の必要換気量：$180m^3$×0.3 回/h＝$54m^3/h$

トイレの換気量：$444m^3/h$－（$54m^3/h$×6）＝$120m^3/h$

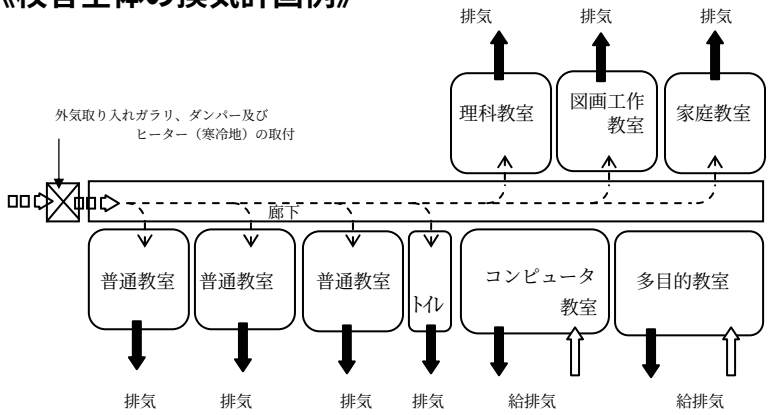
C-2-2　2.2 回/h 換気

必要換気量：（40 人×$10m^3/h$（児童）＋1 人×$20m^3/h$（教師））＝$420m^3/h$

《換気設備容量の選定》

・換気設備の容量の選定に際しては、必要換気量に、フードの圧力損失等を加えた数値を必要設備容量として、この必要設備容量を確保できる機器を選定する。

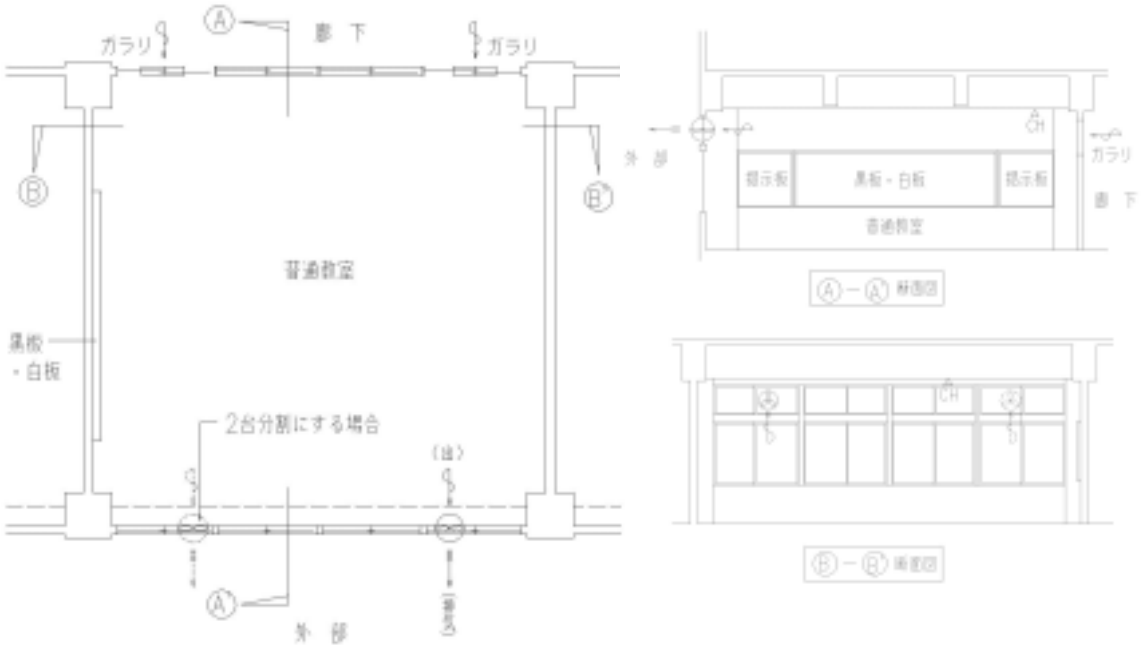
《校舎全体の換気計画例》



凡　例

	窓(壁)付換気扇(平面、断面)連動シャッター付
	建具等の通気(ガラリ)

《普通教室における換気計画例》



◇参考資料

1．関連法令・基準等について

（1）建築基準法関連

（2）「学校環境衛生の基準」関連

（3）「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」関連

（4）「エネルギーの使用の合理化に関する法律」関連

2.換気設備による室内騒音対策の実施例

3．換気設備性能の検証試験結果についての概要

4．地域区分について

5．「教室等の室内環境に関する調査研究」の概要

１．関連する法令・基準等について

（１）建築基準法関連

1)ホルムアルデヒド発散建材の分類について

第 3 種ホルムアルデヒド発散建材が旧 JIS、JAS の E_0、$F_{☆☆☆☆}$、第 2 種ホルムアルデヒド発散建材が旧 JIS、JAS の E_1、$F_{☆☆☆}$、第 1 種ホルムアルデヒド発散建材が旧 JIS、JAS の E_2、$F_{☆☆}$に相当している。なお、上記のラベリングがなされる建材は、JIS、JAS 認定品のほかに、大臣認定品、JIS、JAS 認定品をノンホルム系の接着剤で貼り合わせたものを事業者団体等が自主表示している場合がある。

規制対象となる建材は国土交通省告示第 1113 号～第 1115 号に制限列挙方式で指定されている。

告示で指定されている建材種は、表 2 に示す 17 種類であり、これ以外の建築材料は規制対象とはならない。

表１　ホルムアルデヒド発散建材の分類

規制対象外建材	（記号：F☆☆☆☆）	：	5 (μg/m²･h) 以下
第 3 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆☆☆）		：	5～ 20 (μg/m²･h)
第 2 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆☆）		：	20～120 (μg/m²･h)
第 1 種ホルムアルデヒド発散建材（F☆）		：	120～ (μg/m²･h)

表２　規制対象となる建材

1.合板、2.木質系フローリング、3.構造用パネル、4.集成材、5.単板積層材(LVL)、6.MDF、
7.パーティクルボード、8.その他の木質建材、9.ユリア樹脂板、10.壁紙、
11.接着剤(現場施工、工場の二次加工)、12.保温材、13.緩衝材、14.断熱材、15.塗料（現場施工）、
16.仕上げ塗料（現場施工）、17.接着剤（現場施工）

2)ホルムアルデヒド発散建材の使用制限について

規制対象外建材（F☆☆☆☆）以外の建材にあっても、建築物に用いられた状態で 5 年以上経過したものは、規制対象外建材とみなされる。従って、竣工後 5 年を経過した建築物を構成している建築材料は、建築基準法上はホルムアルデヒド発散がないものとして扱われる。

3)その他の建築基準法の運用について

①空気浄化装置（令20条の6第1項第一号ロ）

ホルムアルデヒド除去に有効な空気清浄機を設けた場合は、その除去効率をφとして、Qφ＋V（Q：空気清浄機処理風量、V：有効換気量）を換気量に読み替えることが可能となる。例えば学校の場合にQφが 0.3 回/h の換気量以上となる場合には、法規上換気設備は不要となる。

但し、空気浄化装置による有効換気量の低減を図る場合は、性能評価が要求される。また、性能評価を行う上で、検証実験の再現性があり、設計条件との関連が明確であること、空気浄化のメカニズムの中で最も安全サイドの評価が行われること、原則として 6 ヶ月以上所要性能が持続することが要求される。

このルートで換気量の低減を図ったものについては、ホルムアルデヒド以外の汚染源によって室内空気が汚染される恐れがあることにも留意する必要がある。

②換気設備の性能規定（令 20 条の 6 第 2 項）

仕様規定の定める機械換気の有効換気量が、自然換気その他の利用により低減可能であることが証明された場合には、仕様規定で定める有効換気量の機械換気設備の設置義務が免除される。

これは設備容量が仕様規定を下回っているかどうかを問題にしているため、いわゆるハイブリッド換気方式で無風条件に対応できるものについては性能評価を要しない。現状では、30 分平均で有効換気量の確保が事実上求められている。

③性能規定（令 20 条の 7）

一旦放散されたホルムアルデヒドを吸着分解等により、１年を通じて空気 1㎥につきおおむね 0.1 ㎎以下に保つことができるものとして、国土交通大臣の認定を受けた場合は、換気量の低減もしくは、第 2、3 種ホルムアルデヒド発散建材の使用面積を増加させることができる。

このルートで換気量の低減を図ったものについては、ホルムアルデヒド以外の汚染源によって室内空気が汚染される恐れがあることにも留意する必要がある。

（2）「学校環境衛生の基準」関連

1)学校保健法　－抜粋－　（制定：昭和33年4月10日法律第56号　最終改正：平成14年8月2日法律第103号）

（学校保健安全計画）

第二条　学校においては、児童、生徒、学生又は幼児及び職員の健康診断、環境衛生検査、安全点検その他の保健又は安全に関する事項について計画を立て、これを実施しなければならない。

（学校環境衛生）

第三条　学校においては、換気、採光、照明及び保温を適切に行い、清潔を保つ等環境衛生の維持に努め、必要に応じてその改善を図らなければならない。

2)学校保健法施行規則－抜粋－（制定：昭和33年6月13日文部省令第18号　最終改正：平成15年1月17日文部科学省令第1号）

（環境衛生検査）

第二十二条の二　法第二条 の環境衛生検査は、他の法令に基づくもののほか、毎学年定期に、次の各号に掲げる項目について行わなければならない。

一～三　（略）

四　教室その他学校における空気、暖房、換気方法及び騒音

五　その他校長が必要と認める項目

2　前項各号に掲げる検査の項目のうち、第四号に掲げるものは、地域の実情等に応じ検査の項目から除くことができる。

3　学校においては、必要があるときは、臨時に、環境衛生検査を行うものとする。

（事後措置）

第二十二条の三　学校においては、前条の環境衛生検査を行つたときは、その結果に基づき、必要に応じ、施設及び設備の修繕等環境衛生の維持又は改善の措置を講じなければならない。

（日常における環境衛生）

第二十二条の四　学校においては、前二条に定める措置をとるほか、常に、教室等の清潔の保持に努めるとともに、換気、採光、照明及び保温並びに飲料水、学校給食用の食品及び器具、ごみ処理場、便所等の衛生管理を適切に行い、環境衛生の維持又は改善を図らなければならない。

3)学校環境衛生の基準　－抜粋－　（平成4年6月23日文部省体育局長裁定、平成16年2月10日最終改訂）

第1章　定期環境衛生検査

[教室等の空気]

1．検査項目

教室等の空気環境

2．検査回数

検査は、(1)温熱及び空気清浄度、(3)換気については、毎学年2回定期に行い、(2)ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物、(4)ダニ又はダニアレルゲンについては、毎学年1回定期に行う。ただし、(2)において著しく低濃度の場合は、次回からの測定は省略することができる。

3．検査事項

検査は、次の事項について行う。

(1) 温熱及び空気清浄度

検査は、自然環境では次のアーウの事項について行い、特に必要と認める場合はエ～ケの事項についても行う。人工的環境では、ア～ケの事項について行う。

ア　温度　　イ　相対湿度　　ウ　二酸化炭素　　エ　気流　　オ　一酸化炭素　　カ　二酸化窒素

キ　浮遊粉じん　　ク　落下細菌　　ケ　実効輻射温度

(2) ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物

検査は、ア、イの事項について行い、特に必要と認める場合は、ウ～カの事項についても行う

ア　ホルムアルデヒド(夏期に行うことが望ましい。)　　イ　トルエン　　ウ　キシレン

エ　パラジクロロベンゼン　　オ　エチルベンゼン　　カ　スチレン

(3) 換気

換気回数

(4) ダニ又はダニアレルゲン（夏期に行うことが望ましい。）

4. 検査方法

検査は、次の方法によって行う。

(1) 温熱及び空気清浄度

検査は、各階1以上の教室を選び、特別の場合のほかは授業中の教室において、適当な場所1か所以上の机上の高さで、次の方法や測定器又はこれと同等以上の測定器を用いて行う。なお、カについては、開放型燃焼器具を使用している教室において行う。

ア　温度　　アスマン通風乾湿計を用いて測定する。

イ　相対湿度　　アスマン通風乾湿計を用いて測定する。

ウ　二酸化炭素　検知管を用いて測定する。

エ　気流　　カタ温度計又は微風速計を用いて測定する。

オ　一酸化炭素　検知管を用いて測定する。

カ　二酸化窒素　ザルツマン法を用いて測定する。

キ　浮遊粉じん　相対沈降径10ミクロン以下の浮遊粉じんをろ紙に捕集し、その質量による方法(Low-Volume Air Sampler法)又は質量濃度変換係数（K）を求めて質量濃度を算出する相対濃度計を用いて測定する。

ク　落下細菌　　教室3点以上において標準寒天培地を用い、5分間露出し、37℃で48±3時間培養し、コロニー数を測定する。

ケ　実効輻射温度　　黒球温度計を用いて測定する。

(2) ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物

検査は、普通教室、音楽室、図工室、コンピュータ教室、体育館等必要と認める教室において、原則として次の方法によって行う。

ア　採取は、授業を行う時間帯に行い、当該教室で授業が行われている場合は通常の授業時と同様の状態で、当該教室に児童生徒等がいない場合は窓等を閉めた状態で、机上の高さで行う。なお、測定する教室においては、採取前に30分以上換気の後、5時間以上密閉してから採取を行う。

イ　採取時間は、吸引方式では30分間で2回以上、拡散方式では8時間以上とする。

ウ　測定は、厚生労働省が室内空気中化学物質の濃度を測定するための標準的方法として示した、次の(ア)、(イ)によって行う。または(ア)及び(イ)と相関の高い方法によって行うこともできる。

(ア)ホルムアルデヒドは、ジニトロフェニルヒドラジン誘導体固相吸着/溶媒抽出法によって採取し、高速液体クロマトグラフ法によって行う。

(イ)揮発性有機化合物は、固相吸着/溶媒抽出法、固相吸着/加熱脱着法、容器採取法の3種の方法のいずれかを用いて採取し、ガスクロマトグラフ一質量分析法によって行う。

(3) 換気回数

検査は、間接測定法又は直接測定法によって行う。

ア　間接測定法

（ア）呼気の蓄積による方法で、授業の1単位時間内に約15分間隔で二酸化炭素の蓄積を測定する。

（イ）蓄積呼気の減衰による方法で、授業が終了後在室者がすべて退室した後、45分間に15分間隔で二酸化炭素の減衰を測定する。

イ直接測定法　　微風速計を用いて教室等の吹き出し口からの風速を測定する。

(4) ダニ又はダニアレルゲン

検査は、保健室の寝具、カーペット敷きの教室等、ダニの発生しやすい場所において、次の方法によって行う。

1㎡を電気掃除機で1分間吸引し、ダニを捕集する。捕集したダニ数は顕微鏡で計数するか、アレルゲンを抽出し、酵素免疫測定法にてアレルゲン量を測定する。なお、これらと相関の高い方法によって行うこともできる。

5. 判定基準

(1) 温熱及び空気清浄度

ア　温度　　冬期では10℃以上、夏期では30℃以下であることが望ましい。また、最も望ましい温度は、冬期では18-20℃、夏期では25-28℃であること。

イ　相対湿度　　相対湿度は、30-80%であることが望ましい。

ウ　ニ酸化炭素　換気の基準として、室内は1500ppm(0.15%)以下であることが望ましい。

エ　気流　　人工換気の場合は、0.5m/秒以下であることが望ましい。

オ　一酸化炭素　10ppm(0.001%)以下であること。

カ　二酸化窒素　0.06ppm以下であることがのぞましい。

キ　浮遊粉じん　0.10mg/m³以下であること。

ク　落下細菌　　1教室平均10コロニー以下であること。

ケ　実効輻射温度　　黒球温度と乾球温度の差は5℃未満であることが望ましい。

(2) ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物(両単位の換算は25℃)

ア　ホルムアルデヒドは、100μg/m³(0.08ppm)以下であること。

イ　トルエンは、260μg/m³(0.07ppm)以下であること。

ウ　キシレンは、870μg/m³(0.20ppm)以下であるこし.

エ　パラジクロロベンゼンは、240μg/m³(0.04ppm)以下であること。

オ　エチルベンゼンは、3800μg/m³(0.88ppm)以下であること。

カ　スチレンは、220μg/m³(0.05ppm)以下であること。

(3)　換気

換気回数は、40人在室、容積180m³の教室の場合、幼稚園･小学校においては、 2.2回/時以上、中学校においては、3.2回/時以上、高等学校等においては、4.4回/時以上であること。

(4) ダニ又はダニアレルゲン

ダニ数は100匹／m²以下、又はこれと同等のアレルゲン量以下であること。

6．事後措置

(1)　温度は、10℃以下が継続する場合には採暖できるようにする。

(2)　相対湿度は、30%未満の場合には適当な調節を行うようにする。

(3)　二酸化炭素が1500ppm(0.15%)を超えた場合は、換気の強化を行うようにする。

(4)　不快気流が生じている場合は、吹き出し口等の適当な調節を行うようにする。

(5)　一酸化炭素が10ppm(0.001%)を超えた場合は、その発生の原因を究明し,適切な措置を講じるようにする。

(6)　二酸化窒素が基準値を超えた場合で、室内外比で室内が室外を超える場合は、換気及び暖房方法等について改善を行う。

(7)　浮遊粉じんが0.1mg/m³を超えた場合は、その原因を究明し適切な措置を講じるようにする。

(8)　細菌が10コロニーを超えた場合は、その原因を究明し適切な措置を講じるようにする。

(9)　実効輻射温度が5℃以上の場合は、適当な熱遮断を行うようにする。

(10) ホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物が基準値を超えた場合は、換気を励行するとともに、その発生の原因を究明し、汚染物質の発生を低くする等適切な措置を講じるようにする。

(11) 規定の換気回数に満たない場合は、窓の開放、欄間換気や全熱交換器付き換気扇等を考慮する。

(12) ダニ数又はダニアレルゲン量が基準値を超える場合は、掃除等の方法について改善等を行う。

第2章 臨時環境衛生検査

1 学校においては、次のような場合、必要があるときは、必要な検査項目を行う。

(1) 〈2)略

(3) 机、いす、コンピュータ等新たな学校用備品の搬入等によりホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物の発生のおそれがあるとき。なお、新築･改築･改修等を行った際にはホルムアルデヒド及び揮発性有機化合物の濃度が基準値以下であることを確認させた上で引き渡しを受けるものとする。

第3章 日常における環境衛生（「日常点検」）

[教室の空気]

(1) 外部から教室に入ったとき、不快な刺激や臭気がないこと。

(2) 欄間や窓の開放等により換気が適切に行われていること。

(3) 教室の温度は、冬期で18-20℃、夏期で25-28℃であることが望ましく、冬期で10℃以下が継続する場合は採暖等の措置が望ましい。

（3）「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」関連

この法律は、興行場、百貨店、事務所などの建築物のうち、多数の者が使用･利用し、その維持管理について環境衛生上、特に配慮が必要な建築物を「特定建築物」と定め、その範囲を政令で定めている（施行令第１条)。

政令では、興行場、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、学校、旅館など、第１条各号に掲げる特定の用途に用いられる建築物のうち、延べ面積が3,000㎡以上（学校教育法第１条に規定する学校の場合は8,000㎡以上）である建築物を特定建築物としている。

したがって特定建築物として、延べ面積が8,000㎡以上の学校では、建築物環境衛生管理技術者を選任し、当該建築物の維持管理が環境衛生上適正に行われるよう監督させなければならない。

建築物環境衛生管理基準は、空気環境の調整、給水及び排水の管理、清掃、ねずみ、こん虫等の防除その他環境衛生上良好な状態を維持するのに必要な措置を定めている。空気環境の調整に関わる事項は次に示すとおりである。

空気調和設備又は機械換気設備の維持管理

（適用設備）

1．空気調和設備：空気を浄化し、その温度、湿度及び流量を調節して供給をすることができる設備 2．機械換気設備：空気を浄化し、その流量を調節して供給をすることができる設備

a)建築物環境衛生管理基準に示す空調管理

表3　実　施　回　数

空調管理	「建築物環境衛生管理基準」に示す空調管理	ビル衛生管理法施行規則
	空気環境の測定	２月以内ごとに１回、各階で測定（ホルムアルデヒドについては、建築等を行った場合、使用開始日以降最初の６月～９月の間に１回）
	浮遊粉じんの測定器	１年以内ごとに１回の較正
	冷却塔･加湿装置･空調排水受けの点検等	使用開始時及び使用開始後１月以内ごとに１回点検し、必要に応じ清掃等を実施
	冷却塔･冷却水管･加湿装置の清掃	１年以内ごとに１回

b)「ホルムアルデヒドの量」の維持管理基準

空気調和設備又は機械換気設備を設けている場合は、ホルムアルデヒドの量について、表３の維持管理基準に適合する空気を供給すること、また、特定建築物において、新築等を行った場合は、表５の方法により室内空気中のホルムアルデヒドの量の測定を行うことが必要である。

表４　ホルムアルデヒドの量の測定について

（1）測定時期 新築･増築、大規模の修繕、大規模の模様替えを完了し、当該建築物の使用を開始した時点から直近の６月１日から９月３０日までの間
（2）測定に用いる測定器　下記のいずれかを用いること。 イ．ＤＮＰＨ捕集-高速液体クロマトグラフ法により測定する機器 ロ．4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1･2･4-トリアゾール法（ＡＨＭＴ吸光光度法）により測定する機器 ハ．厚生労働大臣が別に指定する測定器
（3）サンプリング イ．場所：各階ごとの任意の居室 ロ．時間帯：通常の使用時間 ハ．位置：居室中央部の床上０．７５m～１．２０mの高さ ニ．サンプリング時間：３０分間

（4）「エネルギーの使用の合理化に関する法律」

省エネルギー法では、建築物の建築をしようとするもの（建築主）は、

① 建築物の外壁、窓等を通しての熱の損失の防止のための措置

② 建築物に設ける空気調和設備等に係るエネルギーの効率的利用のための措置

を適確に実施することにより、建築物に係るエネルギーの使用の合理化に資するよう努めなければならないとされている（第 13 条)。特に平成 14 年 6 月の改正によって、住宅を除く延べ面積が 2,000m² 以上の全ての建築物について省エネルギー措置を行政に届け出ることが義務化されており、措置が著しく不十分な場合、所管行政庁は必要な指示ができ、正当な理由がなくて指示に従わなかったときは、その旨を公表することができるようになっている（法 15 条の 2)。省エネルギー法に基づく告示「建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」（省エネルギー基準）では、性能基準の基準値や仕様基準が具体的に定められている（平成 15 年 4 月施行)。

○省エネルギー基準

省エネルギーの判断基準には、性能基準（PAL、 CEC）と仕様基準の 2 つがある。性能基準は従来からあったものだが、計算手順が複雑であることから、平成 15 年に対象建物が住宅を除く全用途に拡大されたのを契機に、省エネルギー性能の計算を要しない仕様基準が別に設けられた。

性能基準は、次のような建物及び設備の省エネルギー性能を表す指標に対する基準となっている。

･建築物の外皮性能に関する PAL（年間熱負荷係数）

･建築設備に関する CEC（エネルギー消費係数）

以下に示す、5 つの種類に分かれている。

CEC
- CEC/AC （空調）
- CEC/L （照明）
- CEC/HW（給湯）
- CEC/V （換気）：非居室(機械室や駐車場､便所などの非空調部分)に関するもの
- CEC/EV（エレベータ）

仕様基準も性能基準と同じ項目について定められており、5,000m² 以下の中小規模の建築（一部対象外のものもある）では性能基準のかわりに判断基準として良いことになっている。主だった省エネルギー手法に評価点を与え、数値が 100 以上になることを要求していることから、ポイント法とも呼ばれている。

○教室の換気に関連する省エネルギー基準について

教室の換気に関連する省エネルギーの基準には､空気調和設備に係るエネルギーの効率的利用についての規定あり、性能基準（CEC/AC）と仕様基準（ポイント法）の２種類の基準があります。

･性能基準（CEC/AC）

年間空調エネルギー消費量を年間仮想空調負荷と呼ばれるもので除したものとして定義され、この値が小さいほど省エネルギーであることを意味しており、専用のシミュレーションソフト BECS/CEC/AC や全負荷相当運転時間法（手計算法）によって計算することができます。学校等における CEC/AC の判断基準値は 1.5 となっており、この値を下回るような空調設備を採用しなければならないとされています。

･仕様基準（ポイント法）

5,000㎡以下の建築物の空調設備（空冷パッケージエアコンディショナー･ガスヒートポンプ冷暖房機）に関しては性能基準（CEC/AC）とは別に仕様基準（ポイント法）が設けられており、熱交換器、バイパス制御の採用、予熱時の外気取り入れの停止等の主だった省エネルギー手法に評価点を与え、数値が 100 以上になることが要求されています。

参考文献：「建築物の省エネルギー基準と計算の手引き」、「建築物の省エネルギー基準と解説　仕様基準（ポイント法)」((財)建築環境･省エネルギー機構)

２．換気設備による室内騒音対策の実施例

①天井裏の機器風路が騒音源の場合

●大型機器等で騒音的な心配がある時は下記のような工事を極力避けてください。（図１参照）

ａ．ダクト径の極端な絞り込み
（例：φ250→φ150、φ200→φ100）

ｂ．アルミフレキダクト等での極端な曲げ
（特に本体吹出口直後）

ｃ．天井板の開口

ｄ．強度不足な部材への吊り下げ

●対策としては下記のようにします。（図２参照）

ａ．遮音性能の高い（透過損失の大きい）天井部材の使用
（特に低周波成分については、部材による性能の差が大きいので注意が必要です。）

ｂ．音源下部周辺への遮音材の追加
（遮音シートの場合、全体を覆う必要があります。但し機器によっては放熱等の関係で回りを覆えないので注意を要します。）

図1

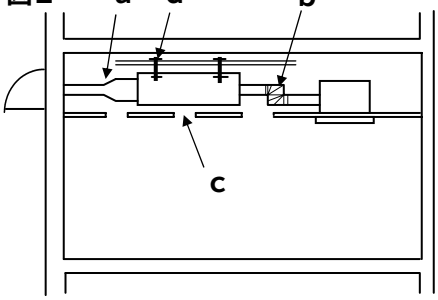
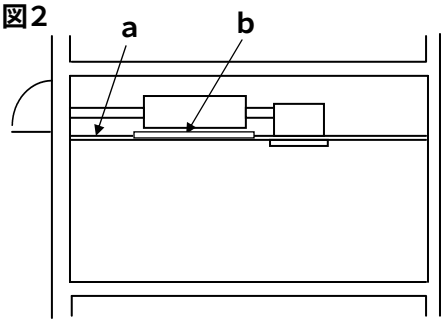


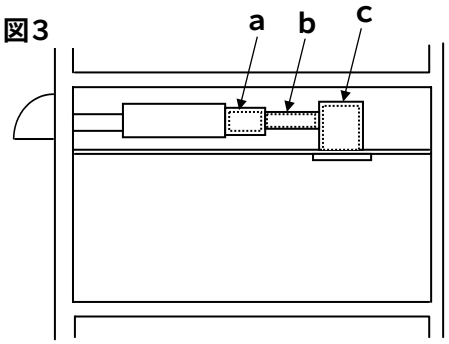
図2



②吹出口（吸込口）が騒音源の場合

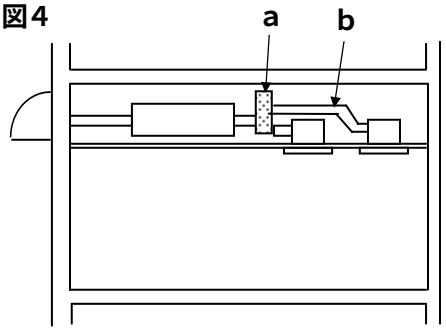
●本体が吹出口（吸込口）と別の場合は図３のようなａ.消音ボックス、ｂ.消音ダクト、ｃ.消音グリルの採用が極めて有効です。

図3



●吹出口（吸込口）自体から、気流音が発生していると思われる時には図４ａのように分岐して、グリルでの気流速度を落とし、かつｂ部に消音ダクトを用いると効果的です。
（同一長さなら小径の消音ダクトの方が吸音効果が高い）

図4

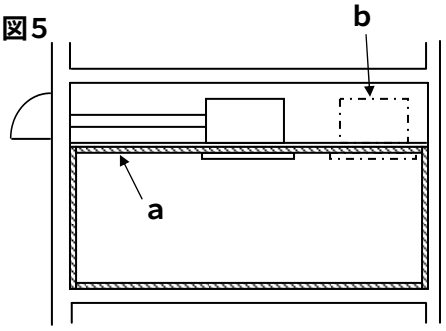


③吹出口（吸込口）が騒音源の場合

●図５のように本体と吹出口（吸込口）が一体、あるいは②で対策不十分な場合は、図５ａのように部屋の内装材を吸音率の高いものにあげる方法があります。
ただし直接音に対しては効果がありません。

●図５ｂのように部屋の隅部に音源を設ける事は、部屋中央での騒音対策としては有効ですが、もし隅部に人がいる場合には効果がありません。

図5



３．換気設備性能の検証試験結果についての概要（学校施設における機械換気システム導入のための基礎実験現場調査報告書（(財）ベターリビング）より

現場調査の目的

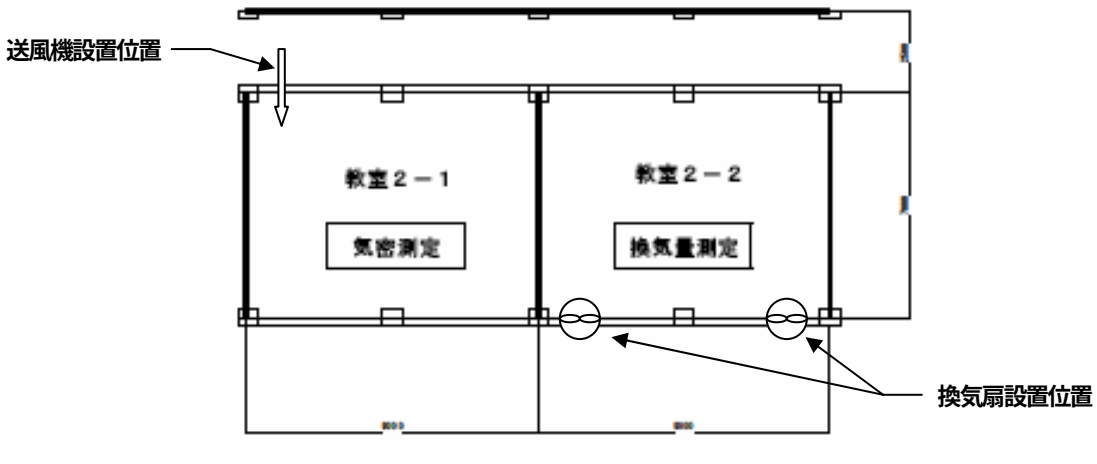
建築基準法改正に伴い、シックハウス対策として学校施設においても機械換気システムを導入する必要がある。そこで既存の学校施設を利用し、機械換気システムにより効率よく教室内を換気するための基礎資料を得るため、現場測定を実施することを目的とする。

（1）新潟県Ｊ学校における実測調査結果概要

1)調査場所、日時

調査場所：新潟県Ｊ学校の２階の２教室

日　　時：平成 15 年 8 月 8 日（金）～8 月 10 日（日）



調査教室平面図

2)調査項目

･気密測定

･換気量測定

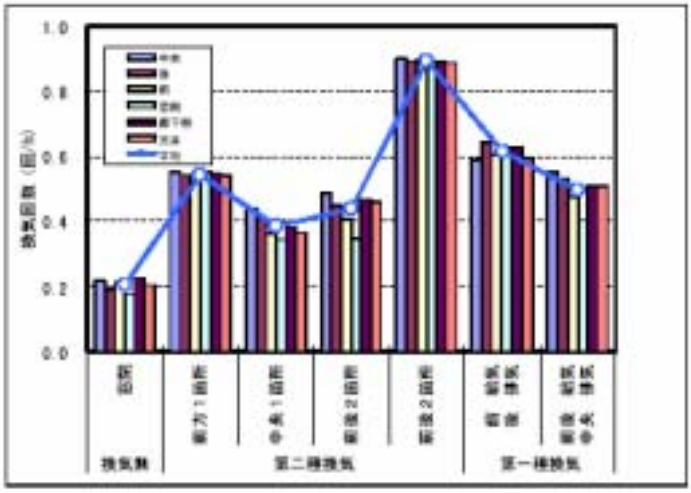
･空気質濃度測定

･調査時温湿度及び風向･風速測定

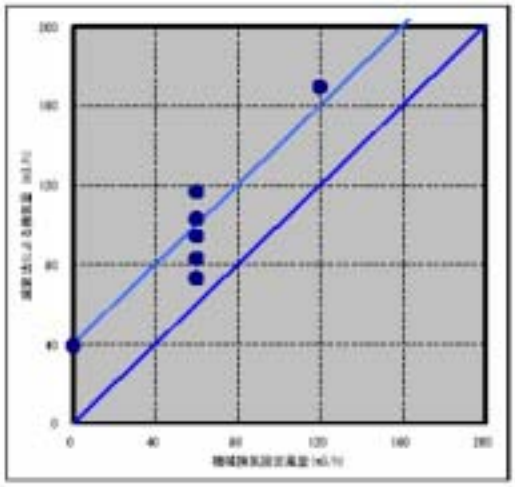
3)調査結果

①換気回数測定結果

実験条件		風量設定(m3/h) 給気	排気	換気回数(回/h) ch1 中央	ch2 後	ch3 前	ch4 窓側	ch5 廊下側	ch6 天井	平均	換気量 m3/h	測定時間内平均風速 m/s
換気無	窓閉			0.22	0.19	0.21	0.18	0.23	0.21	0.21	38.8	1.5
第二種換気	前方1箇所	60		0.55	0.54	0.53	0.55	0.55	0.54	0.54	102.7	1.5
	中央1箇所	60		0.44	0.41	0.36	0.34	0.38	0.37	0.38	72.7	1.8
	前後2箇所	30×2		0.49	0.45	0.41	0.35	0.47	0.46	0.44	82.5	1.1
	前後2箇所	60×2		0.90	0.89	0.90	0.89	0.89	0.89	0.89	168.8	1.4
第一種換気	前 給気 後 排気	60	60	0.59	0.64	0.61	0.63	0.63	0.59	0.62	116.2	3.3
	前後 給気 中央 排気	30×2	60	0.55	0.54	0.48	0.40	0.51	0.51	0.50	94.1	1.7
換気無	窓開(上部)			14.53	17.90	17.20	24.31	20.05	15.80	18.30	3458.3	1.2
	窓開(上部)			10.53	10.09	11.93	12.80	11.39	8.43	10.86	2052.6	1.5



図－３０　実験条件と換気回数



図－３１　設定換気風量と減衰法から求めた換気量

②調査結果まとめ

今回実施した現場調査により以下の結果を得た。

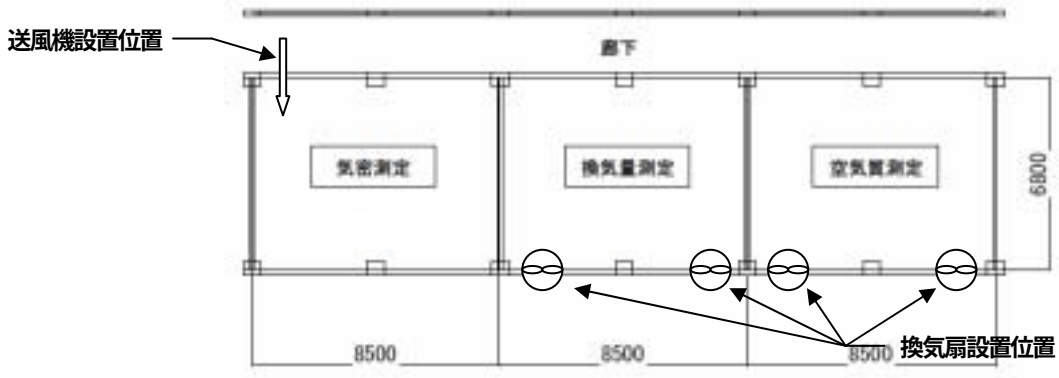
- 教室の気密性は、相当隙間面積で約　14(㎝²/㎡)であった。建具をシールして気密性を測定した結果、アルミサッシ部分の相当隙間面積が約 2(㎝²/㎡)、廊下側の引き戸、建具が約 11(㎝²/㎡)、残りの隙間が約 1(㎝²/㎡)となった。
- 減衰法により測定された教室の換気回数は、サッシ、建具を閉め切り、機械換気を設置しない状態で 0.2(回/h)程度、アルミサッシ上部及び廊下側木製建具上部（引き違い窓）を開放（開放面積は床面積の約 1/10）することで 10.0(回/h)以上の換気回数となった。
- 機械換気を設置した状態では、 第二種換気及び第一種換気とも教室内の濃度には大きな分布は見られなかった。また教室内の風速についても 0.1(m/s)以下となった。
- 機械換気による換気量は、 換気扇の設定風量に自然換気量分を足し合わせた形で概ね算定できる結果となったが、内外温度条件、外部風速条件により異なるため、注意が必要である。

（２）東京都G学校における実測調査結果概要

1)調査場所、日時

調査場所：東京都G学校の３教室

日　　時：平成 15 年 8 月 27 日（水）～8 月 29 日（金）



調査教室平面図

2)調査項目

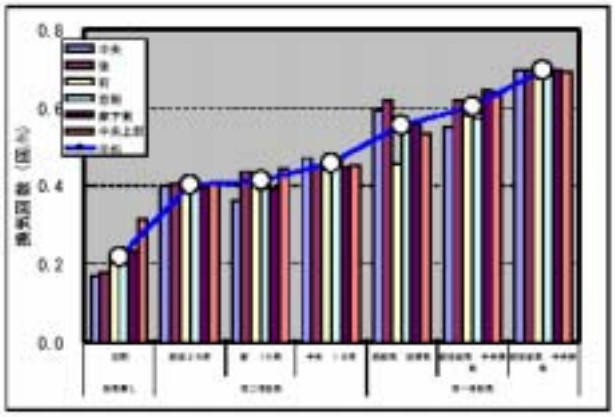
·気密測定
·換気量測定
·空気質濃度測定
·調査時温湿度及び風向·風速測定
·ＶＯＣ放散源を設置しての教室内ＶＯＣ濃度測定

3)調査結果

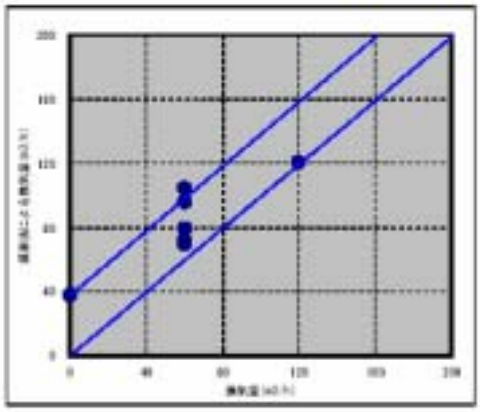
①換気回数測定結果

表－７　換気量測定結果

実験条件		設定風量 (m^3/h)	換気回数(回/h) 中央	後	前	窓側	廊下側	中央上部	平均	標準偏差	平均換気量 (m3/h)
換気無し	窓閉	0	0.17	0.18	0.21	0.20	0.24	0.31	0.22	0.05	37.8
	窓開	0	3.12	3.48	4.00	3.96	3.74	4.16	3.74	0.39	647.4
第二種換気	前後2カ所	60	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	0.41	0.40	0.00	69.5
	前　1カ所	60	0.36	0.44	0.42	0.42	0.39	0.44	0.41	0.03	71.5
	中央　1カ所	60	0.47	0.45	0.46	0.47	0.45	0.45	0.46	0.01	79.2
第一種換気	前給気 後排気	60	0.59	0.62	0.46	0.57	0.56	0.53	0.55	0.06	95.9
	前後給気 中央排気	60	0.55	0.62	0.58	0.57	0.65	0.64	0.60	0.04	104.1
	前後給気 中央排気	120	0.70	0.70	0.69	0.70	0.70	0.69	0.70	0.00	120.3
換気無し	窓開け 5cm×2	0	0.99	0.92	0.88	0.79	0.86	0.95	0.90	0.07	155.3



図－２８　実験条件と換気回数



図－２９　設定換気風量と減衰法から求めた換気量

②ＶＯＣ放散源を設置しての教室内ＶＯＣ濃度の測定

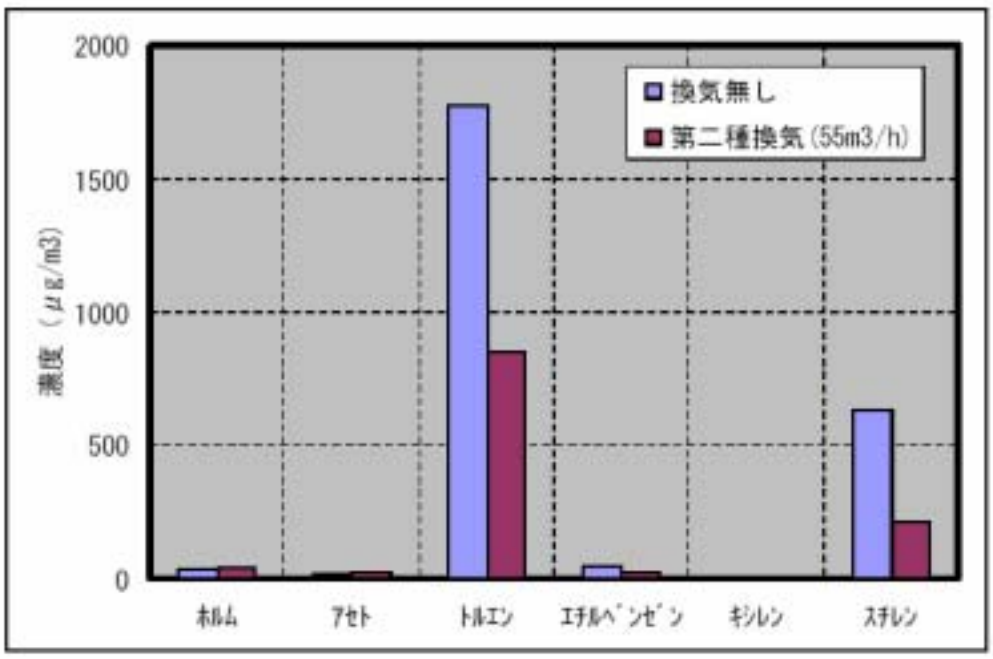
教室における換気設備の設置による VOC の低減効果について検証するため、教室内にＶＯＣ放散源を設置して機械換気設備の有無による教室内濃度への影響を検討した。

表－１０　教室内の濃度測定結果

アクティブサンプリング

日時	換気	場所	回数	温度℃	湿度%	ホルム μg/m³	アセト μg/m³	トルエン μg/m³	エチルベンゼン μg/m³	キシレン μg/m³	スチレン μg/m³
8月28日 13:00	換気無し	中央	1回目	27.1	69	35	14	1780	44	5	636
			2回目	27.1	69	35	15	1780	46	7	650
		前	1回目	27.3	69			1770	44	6	630
			2回目	27.3	69			1760	49	13	599
			平均	27.2	69	35	15	1773	46	7	629
8月29日 13:30	換気あり 第二種 2ヶ所給気 55m3	中央	1回目	27.8	71	35	18	789	17	5	205
			2回目	27.8	71	36	19	840	18	6	207
		前	1回目	28.0	71			866	19	7	215
			2回目	28.0	71			899	22	10	215
			平均	27.9	71	35	18	849	19	7	211

注）換気設備を運転した場合のトルエン濃度の測定値が厚生労働省指針値(260μg/㎥)の約３倍の値となった要因は、小型チャンバー法で得られた放散速度を用いて室内濃度を予測して放散源を設置したが、小型チャンバー法では７日目の濃度測定結果から計算した放散速度であるのに対し、実験では２４時間後の測定となっている点、また、教室内体積と放散源表面積の比率（試料負荷率）がチャンバーの条件と異なる点などが考えられる。



図－３２　機械換気の有無による教室内の化学物質濃度比較

③調査結果まとめ

今回実施した現場調査により以下の結果を得た。

・教室の気密性は、相当隙間面積で約 14(㎝ ²/㎡)であった。建具をシールして気密性を測定した結果、アルミサッシ部分の相当隙間面積が約 2(㎝ ²/㎡)、廊下側の引き戸、建具が約 10(㎝²/㎡)、残りの隙間が約 2(㎝²/㎡)となった。
・減衰法により測定された教室の換気回数は、サッシ、建具を閉め切り、機械換気を設置しない状態で 0.2(回/h)程度、アルミサッシ上部及び廊下側木製建具上部（引き倒し窓）を開放（開放面積は床面積の約 1/19）することで 3.0(回/h)以上の換気回数となった。また教室の相当隙間面積が 15(㎝²/㎡)となるよう、窓に隙間を設けることで 1.0～3.0(回/h)程度の換気回数となった。
・機械換気を設置した状態では、 第二種換気及び第一種換気とも教室内の濃度には大きな分布は見られなかった。また教室内の風速についても 0.1(m/s)以下となった。
・機械換気による換気量は、 換気扇の設定風量に自然換気量分を足し合わせた形で概ね算定できる結果となったが、内外温度条件、外部風速条件により異なるため、注意が必要である。
・放散源を設置した教室内濃度は、機械換気を運転し、換気回数を換気無しの状態の２倍にすると、約 50%に低減した。

4．地域区分について

「第 5 章(5)4)各換気設備方式の配慮事項等について」（P25）の地域性の区分の目安としては、以下の表を参考として下さい。

「住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」（平成 11 年 3 月 30 日 通商産業省･建設省告示第２号）の別表第１より

地域の区分	都道府県名
Ⅰ	北海道
Ⅱ	青森県　岩手県　秋田県
Ⅲ	宮城県　山形県　福島県　栃木県　新潟県　長野県
Ⅳ	茨城県　群馬県　埼玉県　千葉県　東京都　神奈川県　富山県　石川県　福井県　山梨県 岐阜県　静岡県　愛知県　三重県　滋賀県　京都府　大阪府　兵庫県　奈良県　和歌山県 鳥取県　島根県　岡山県　広島県　山口県　徳島 県　香川県　愛媛県　高知県　福岡県　佐賀県　長崎県　熊本県 大分県
Ⅴ	宮崎県　鹿児島県
Ⅵ	沖縄県

1　次の町村にあっては、上の区分にかかわらず、Ⅰ 地域に区分されるものとする。

青森県　七戸町、十和田湖町、田子町

岩手県　葛巻町、岩手町、西根町、松尾村、湯田町、沢内村、山形村、安代町

2　次の町村にあっては、上の区分にかかわらず、II 地域に区分されるものとする。

北海道　函館市、松前町、福島町、知内町、木古内町、江差町、上ノ国町、厚沢部町、乙部町、熊石町、大成町、北檜山町、島牧村、寿都町

宮城県　栗駒町、一迫町、鶯沢町、花山村

山形県　米沢市、新庄市、寒河江市、長井市、尾花沢市、南陽市　河北町、西川町、朝日町、大江町、大石田町、金山町、最上町、舟形町、真室川町、大蔵村、鮭川村、戸沢村、高畠町、川西町、小国町、白鷹町、飯豊町、朝日村

福島県　喜多方市、大玉村、長沼町、天栄村、田島町、下郷町、舘岩村、檜枝岐 村、伊南村、南郷村、只見町、熱塩加納村、北塩原村、山都町、西会津町、高郷村、磐梯町、猪苗代町、河東町、三島町、金山町、昭和村、矢吹町、大信村、平 田村、小野町、滝根町、大越町、常葉町、船引町、川内村、飯舘村

栃木県　日光市、足尾町、栗山村、藤原町、塩原町

新潟県　入広瀬村、津南町、中里村

長野県　須坂市、小諸市、伊那市、駒ヶ根市、中野市、大町市、飯山市、茅野 市、塩尻市、千曲市(旧 更埴市)、佐久市、臼田町、佐久町、小海町、川上村、南牧村、南相木村、北相木村、八千穂村、軽井沢町、望月町、御代田町、立科町、浅科村、北御牧村、長 門町、東部町、真田町、武石村、和田村、富士見町、原村、高遠町、辰野町、箕輪町、南箕輪村、宮田村、浪合村、平谷村、下條村、木曽福島町、上松町、楢川 村、木祖村、日義村、開田村、三岳村、波田町、山形村、朝日村、奈川村、安曇村、梓川村、池田町、松川村、八坂村、美麻村、白馬村、小谷村、小布施町、高 山村、山ノ内町、木島平村、野沢温泉村、豊野町、信濃町、牟礼村、三水村、戸隠村、鬼無里村

群馬県　長野原町、嬬恋村、草津町、六合村、白沢村、利根村、片品村、川場村、水上町

山梨県　富士吉田市、小淵沢町、西桂町、忍野町、山中湖村、河口湖町

岐阜県　高山市、丹生川村、清見村、荘川村、白川村、宮村、久々野町、朝日村、高根村、古川町、国府町、河合村、上宝村

3　次の市町村にあっては、上の区分にかかわらず、III 地域に区分されるものとする。

青森県　青森市、深浦町、岩崎村

岩手県　宮古市、大船渡市、一関市、陸前高田市、釜石市、花泉町、平泉町、大東町、田老町

秋田県　秋田市、能代市、本荘市、男鹿市、八森町、山本町、八竜町、峰浜村、昭和町、飯田川町、天王町、若美町、大潟村、雄和町、仁賀保町、金浦町、象潟町、矢島町、岩城町、由利町、西目町、鳥海町、大内町

茨城県　石岡市、下館市、小川町、美野里町、岩間町、岩瀬町、美和村、大子町、八郷町、千代田町、新治村、明野町、真壁町、大和村、協和町

群馬県　沼田市、赤城村、黒保根村、東村（勢多郡）、倉淵村、小野上村、万場町、中里村、上野村、下仁田町、南牧村、松井田町、中之条町、東村（吾妻郡）、吾妻町、高山村、月夜野町、新治村、昭和村

埼玉県　両神村、大滝村

東京都　奥多摩町

富山県　大沢野町、大山町、上市町、立山町、宇奈月町、細入村、平村、上平村、利賀村

石川県　吉野谷村、尾口村、白峰村

福井県　和泉村

山梨県　都留市、三富村、芦川村、上九一色村、須玉町、高根町、長坂町、大泉村、白洲町、武川村、勝山村、足和田村、鳴沢村、小菅村、丹波山村

岐阜県　八幡町、大和町、白鳥町、高鷲村、明宝村、和良村、東白川村、坂下町、川上村、加子母村、付知町、福岡町、蛭川村、串原村、上矢作町、萩原町、小坂町、下呂町、馬瀬村、宮川村、神岡町

愛知県　稲武町

兵庫県　村岡町、美方町、関宮町

奈良県　生駒市、都祁村、平群町、室生村、野迫川村、大塔村

和歌山県　高野町、花園村

鳥取県　若桜町、関金町、日南町、日野町、江府町

島根県　仁多町、横田町、頓原町、赤来町、大和村、羽須美村、瑞穂町

岡山県　新見市、北房町、備中町、大佐町、神郷町、哲多町、哲西町、勝山町、湯原町、美甘村、新庄村、川上村、八束村、中和村、富村、奥津町、上斎原村、阿波村

広島県　庄原市、甘日市市(旧 佐伯町、旧 吉和村)、筒賀村、戸河内町、芸北町、大朝町、千代田町、八千代町、美土里町、高宮町、甲山町、世羅町、油木町、神石町、豊松村、三和町(神石郡)、上下 町、総領町、甲奴町、君田村、布野村、作木村、吉舎町、三良坂町、西城町、東城町、口和町、高野町、比和町

徳島県　東祖谷山村

高知県　本川村

4　次の市町村にあっては、上の区分にかかわらず、Ⅳ 地域に区分されるものとする。

福島県　いわき市、広野町、楢葉町、富岡町、大熊町、双葉町

栃木県　宇都宮市、足利市、栃木市、佐野市、鹿沼市、小山市、真岡市、上三川 町、南河内町、上河内町、河内町、西方町、粟野町、二宮町、益子町、茂木町、市貝町、芳賀町、壬生町、石橋町、国分寺町、野木町、大平町、藤岡町、石舟 町、都賀町、氏家町、高根沢町、南那須町、鳥山町、田沼町、葛生町

新潟県　新潟市、三条市、柏崎市、新発田市(旧 豊浦町含む)、新津市、見附市、村上市、燕市、糸魚川市、両津市、白根市、豊栄市、上越市、京ヶ瀬村、笹神村、聖籠町、加治川村、紫雲寺町、中条町、黒川 村、小須戸町、横越町、亀田町、岩室村、弥彦村、分水町、吉田町、巻町、西川町、黒埼町、味方村、潟東村、月潟村、中之口村、栄町、中之島町、三島町、与 板町、和島村、出雲崎町、寺泊町、刈羽村、西山町、柿崎町、大潟町、頸城村、吉川町、三和村、名立町、能生町、青海町、荒川町、神林村、山北町、粟島浦 村、相川町、佐和田町、金井町、新穂村、畑野町、真野町、小木町、羽茂町、赤泊村

長野県　清内路村、大鹿村

宮崎県　都城市、小林市、えびの市、山田町、高崎町、高原町、須木村、西米良村、南郷村、西郷村、北郷村、北方町、諸塚村、椎葉村、高千穂町、日之影町、五ヶ瀬町

鹿児島県　大口市、宮之城町、鶴田町、薩摩町、菱刈町、横川町、栗野町、吉松町、牧園町、霧島町、大隅町、財部町、末吉町

5　次の市町村にあっては、上の区分にかかわらず、Ⅴ 地域に区分されるものとする。

茨城県　波崎町

千葉県　銚子市

東京都　大島町、利島村、新島村、神津島村、三宅村、御蔵島村、八丈町、青ヶ島村、小笠原村

静岡県　熱海市、下田市、河津町、南伊豆町、松崎町、西伊豆町、御前崎町, 浜岡町

三重県　尾鷲市、熊野市、御浜町、紀宝町、鵜殿村

和歌山県　御坊市、新宮市、広川町、美浜町、日高町、由良町、白浜町、日置川町、すさみ町、串本町、那智勝浦町、太地町、古座町、古座川町

山口県　下関市

徳島県　由岐町、日和佐町、牟岐町、海南町、海部町、宍喰町

愛媛県　瀬戸町、三崎町、津島町、内海村、御荘町、城辺町、一本松町、西海町

高知県　高知市, 室戸市、安芸市、南国市、土佐市、須崎市、宿毛市、土佐清水市、東洋町、奈半利町、田野町、安田町、北川村、馬路村、芸西村、赤岡町、香我美町、野市町、夜須町、吉川村、伊野町、春野町、大方町、大月町、三原村

福岡県　福岡市：博多区, 中央区、南区、城南区

長崎県　長崎市、佐世保市、島原市、福江市、平戸市、香焼町、伊王島町、高島 町、野母崎町、三和町、長与町、時津町、琴海町、西彼町、西海町、大島町、崎戸町、大瀬戸町、外海町、口之津町、南有馬町、北有馬町、西有家町、有家町、 布津町、深江町、大島村、生月町、小値賀町、宇久町、田平町、江迎町、鹿町町、小佐々町、佐々町、吉井町、世知原町、富江町、玉之浦町、三井楽町、岐宿 町、奈留町、若松町、上五島町、新魚目町、有川町、奈良尾町

熊本県　八代市、水俣市、本渡市、牛深市、三角町、千丁町、鏡町、田浦町、芦北町、津奈木町、大矢野町、姫戸町、籠ヶ岳町、御所浦町、倉岳町、栖本町、新和町、天草町、河浦町

大分県　佐伯市、鶴見町、米水津村、蒲江町

５．「教室等の室内環境に関する調査研究」の概要

○調査研究の趣旨及び概要

児童生徒等が、健康で快適に過ごせる室内環境の在り方について、総合的に検討するため、平成 14 年 12 月から平成 16 年 3 月にかけ、文部科学省から社団法人日本建築学会へ委嘱して調査研究を実施したものである。

調査研究においては、①空気･熱、②採光･照明、③音、④児童生徒の心理･空間認知等の観点から、①既往研究･実測データの分析 、②シミュレーションの分析 、③実測調査の分析を行い 、児童生徒が健康で快適に過ごせる教室等の室内環境について検討を行っている。

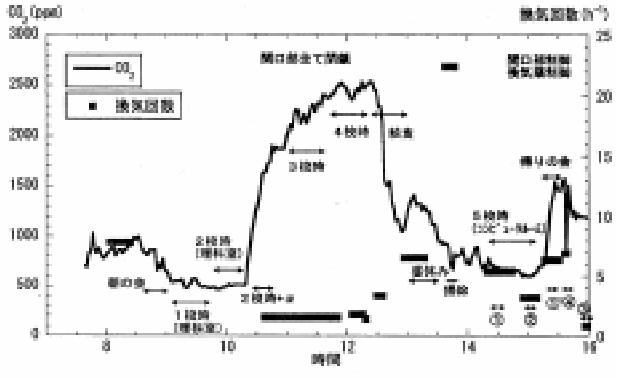
特に空気･熱に関する検討の結果、以下の既往研究･実測データの分析結果に示すように、冬季に窓を閉め切った状態で換気が十分に行われていない場合の二酸化炭素（CO_2）濃度が 1,500ppm を超える事態が生じており、室内の空気環境の改善のためには、換気への配慮が重要であるとされている。

【空気・熱に関する既往研究・実測データの分析結果】

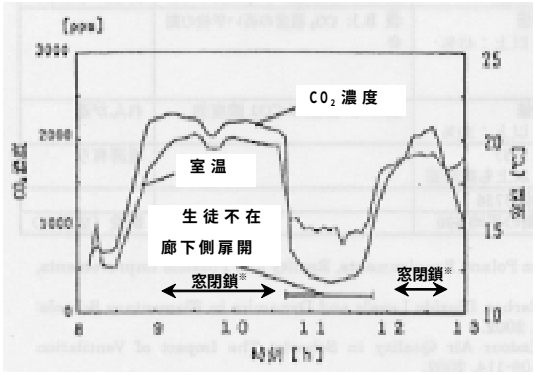
･冬季の窓を閉鎖した状態における換気回数は、1回／時程度であり、授業終了時の二酸化炭素（CO_2）濃度が2,000ppm以上となる場合がある。　（図Ⅲ-1-6）

･換気扇を使用することにより換気回数を3回／時以上確保して、 二酸化炭素（CO_2）濃度を1,500ppm以下に保つことができる。　（図Ⅲ-1-6）

･冬季の窓を閉鎖した状況の時に 、二酸化炭素 （CO_2)濃度が2，000ppmを超える場合がある。　（図Ⅲ-1-10）



図Ⅲ-1-6　F 小学校 6 年 A 組冬季の CO_2 濃度経時変化及び換気回数 1)



図Ⅲ-1-10　授業中の二酸化炭素濃度の変動状況2)
【冬季（1月）の都内S区小中学校4校の測定例】

1)　合原妙美･岩下剛：鹿児島市内の小学校における室内空気環境実測、日本建築学会計画系論文集、 2002.9

2)　伊藤直明他：学校建築における開口部の熱･光･風環境調整手法に関する総合的研究、　1990

「学校施設における換気設備マニュアル策定に関する調査研究」委員名簿

委員長	吉野　博	東北大学大学院工学研究科教授
委員	赤林　伸一	新潟大学大学院自然科学研究科教授
	倉渕　隆	東京理科大学工学部建築学科教授
	小峯　裕己	千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授
	澤地　孝男	独立行政法人建築研究所環境研究グループ 上席研究員
	長澤　悟	東洋大学工学部建築学科教授
	内藤　孝	三菱電機(株)中津川製作所業務用換気送風機製造部業・設ロスナイ技術課長
	永田　明寛	東京都立大学大学院工学研究科助教授
	村松　學	武蔵野大学講師
	渡辺　和文	松下エコシステムズ（株）副参事

（五十音順、平成１６年３月現在）

◇索　引（五十音順）

【維持管理（点検、清掃）】 ……18,30,**31**

【学校環境衛生基準】 ……1,**13**,19,**2**4,25,**46**

【換気回数（必要換気回数）】 ……1,2, 4,7,8,13,24 ,25,27,**35**

【換気経路】 ……4,8,**20**,**22**,23,25,29,**34**

【換気方式（第１、２、３種機械換気設備）】 ……**1**,**3**,15,17,**20**,**23**,25,26,27,29,35

【換気量（必要換気量）】 ……2,9,**19**,23,26

【機械換気設備の運転】 …… **10**,15,**34**

【給気口、排気口】 ……10,15,**17**,**20**,23,28

【建築基準法】 ……1,**6**,20, 24,**25**,26,**45**

【コールドドラフト】 ……10,15,20

【校舎全体の換気計画】 …… **3**

【ショートサーキット】 …… 10,**17**

【省エネルギー対策】 ……1,10,14,**15**

【騒　音】 …… **16**,25,**51**

【体育館】 …… 7,**27**

【全熱交換器】 …… **9**,15,23

【特別教室（音楽教室、図画工作教室、理科教室、コンピュータ教室等】 …… **26**

【ホルムアルデヒド放散建築材料】 …… 6,**7**

【有効換気量(率)】 …… **9**,25

※　ゴシック体の数字「**1**」は項目を設けているページを示す。それ以外の数字は文中に記述があるページを示す。